

**POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER ATMUNG, STIMMGEBUNG
UND LAUTBILDUNG BEI SCHWERHÖRIGEN UND
TAUBEN JUGENDLICHEN**

Ralf Schmidt

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0089

Aus der Stimm- und Sprachabteilung der Hals-, Nasen-
und Ohrenklinik der Universität München

Direktor: Professor Dr.H.H. Naumann

POLYGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN DER ATMUNG,
STIMMGEBUNG UND LAUTBILDUNG BEI
SCHWERHÖRIGEN UND TAUBEN JUGENDLICHEN.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ralf Schmidt
aus München

München 1974

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. E. Loebell
Mitberichterstatter: Prof. Dr. H. H. Naumann
Dekan: Prof. Dr. W. Spann



Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1974

GLIEDERUNG

1. Einleitung
 - 1.1 Sprache - Bedeutung und Kommunikation
 - 1.2 Theoretische Erfassung des Sprechvorganges
 - 1.3 Was soll untersucht werden?

2. Hauptteil I
Beeinflussung der Atmung und Sprache durch das Gehör
 - 2.1 Taubheit als Ursache der Stummheit
 - 2.2 Schallreize, verschiedene Auswirkungen
 - 2.3 Ergebnisse der Untersuchungen von K u m p f
 - 2.4 Hörprüfung bei Kleinkindern
 - 2.5 Kybernetik
 - 2.5.1 Signalsysteme - P a w l o w
 - 2.5.2 Kybernetische Schicht - E. L o e b e l l
 - 2.5.3 Regelkreise - F r ü h
 - 2.5.4 Steuerung der Phonation - L u l l i e s
 - 2.5.5 L o m b a r d - Versuch
 - 2.5.6 L e e - Effekt

3. Hauptteil II
Atmung, Stimmgebung und Artikulation bei Normalpersonen sowie bei pathologischen Veränderungen im speziellen Hinblick auf Taube und Schwerhörige
 - 3.1 Taube und Schwerhörige, allgemeine Betrachtung
 - 3.1.1 Synonyma der "Taubstummheit", Definition
 - 3.1.2 Differentialdiagnose der "Taubstummheit"

- 3.1.3 Ätiologie der Taubheit und Schwerhörigkeit
- 3.1.4 Sprache der Tauben und Schwerhörigen, subjektiver Eindruck
- 3.2 Die Sprache der Normalhörenden
 - 3.2.1 Die Atmung der Normalpersonen
 - 3.2.1.1 Ruheatmung - Atemfrequenz - Sprechatmung
 - 3.2.1.2 Atemquotient
 - 3.2.1.3 Atempausen
 - 3.2.1.4 Bauch- und Brustatmung
 - 3.2.1.4.1 Synchronismus und Asynchronismus der Bauch- und Brustatmung
 - 3.2.1.4.2 Zwerchfellbewegungen
 - 3.2.1.4.3 Aktivitäten der Musculi intercostales
 - 3.2.1.4.4 Atemtypen
 - 3.2.1.4.5 Atemstütze
 - 3.2.1.4.6 Paradoxe Atembewegungen
 - 3.2.1.5 Hörreize
 - 3.2.2 Die Phonation der Normalhörenden, Glottographie
 - 3.2.2.1 Theorien der Stimmerzeugung
 - 3.2.2.2 Stimmeinsatz und Stimmabsatz
 - 3.2.2.3 "Inneres Sprechen"
 - 3.2.3 Die Artikulation der Normalhörenden
- 3.3 Pathologische Sprache im speziellen Hinblick auf Taube und Schwerhörige
 - 3.3.1 Die pathologische Atmung
 - 3.3.1.1 Ruheatmung - Atemfrequenz - Sprechatmung
 - 3.3.1.2 Atemquotient
 - 3.3.1.3 Bauch- und Brustatmung, Synchronismus und Asynchronismus
 - 3.3.1.4 Pressen
 - 3.3.1.5 Zwerchfellbewegungen
 - 3.3.1.6 Costale Atmung, Atemtyp

- 3.3.1.7 Atemmißbrauch, Atemvorschub, Atemstütze
- 3.3.2 Die pathologische Phonation
- 3.3.2.1 Glottisbewegungen
- 3.3.2.2 Stimmeinsatz
- 3.3.3 Die pathologische Artikulation
- 3.3.3.1 Gaumensegel
- 3.3.3.2 Schnalzlaute

- 4. Hauptteil III
 - Untersuchungen an Tauben und Schwerhörigen
 - 4.1 Material
 - 4.2 Apparatebeschreibung
 - 4.2.1 Registriergerät
 - 4.2.2 "Gürtelpneumograph"
 - 4.2.3 Zwerchfellschlucksonde
 - 4.2.4 Intercostalableitungen
 - 4.2.5 Glottographie
 - 4.2.6 Atemmaske
 - 4.3 Versuchsanordnung
 - 4.4 Testprogramm
 - 4.5 Ergebnisse
 - 4.5.1 Atmung
 - 4.5.1.1 Ruheatmung
 - 4.5.1.2 Sprechatmung, Ventilation
 - 4.5.1.2.1 Atemmißbrauch
 - 4.5.1.2.2 Atemfrequenz
 - 4.5.1.3 Bauch- und Brustbewegungen
 - 4.5.1.3.1 Paradoxe Bewegungen
 - 4.5.1.3.2 Synchronismus und Asynchronismus
 - 4.5.1.3.3 Verstärkte Muskelaktivitäten
 - 4.5.1.4 Zwerchfellaktivität
 - 4.5.1.5 Intercostalaktivität
 - 4.5.2 Phonation
 - 4.5.2.1 Phonatorische Glottographie

- 4.5.2.1.1 Einstellbewegungen
- 4.5.2.1.2 Darstellung
- 4.5.2.1.3 Vergleiche
- 4.5.2.2 Respiratorische Glottographie
- 4.5.2.2.1 Schließungs- und Öffnungsbewegungen
- 4.5.2.2.2 Extremwerte der Kurven
- 4.5.2.2.3 Stimmeinsätze
- 4.5.2.2.4 Vergleich
- 4.5.3 Artikulation
- 4.5.3.1 Nasallaute, Nase - Mund - Atmung
- 4.5.3.2 Vergleich
- 4.5.3.3 Lautwiederholungen
- 4.5.3.4 "e"- Anhängen
- 4.6 Diskussion
- 5. Zusammenfassung
- 6. Tabellen, Abbildungen, Legenden
- 7. Literaturverzeichnis
- 8. Lebenslauf

1. EINLEITUNG

1.1 Sprache - Bedeutung und Kommunikation

Atmung, Stimmgebung (Phonation) und Lautbildung (Artikulation) in einem engen Zusammenhang richtig koordiniert bilden die Bausteine für die nur dem Menschen eigene Sprache. Um diese Koordination zu überprüfen, ist die Kontrolle der Sprache bzw. des Gesprochenen durch das Gehör nötig. Sprache und Gehör sind für das Individuum von maßgebender Bedeutung für normale Beziehungen mit der Umwelt (N a d o l e c z n y).

Die Sprache ist dem Menschen nicht angeboren. Nur mit Hilfe des Gehörs und seiner geistigen Leistung kommt es zu dem Spracherwerb (K a i n z).

"Durch die Sprache erhebt sich erst der Mensch aus seiner Umwelt. Sie dient ihm dazu, sich verständlich zu machen und so mit den Mitmenschen in Verbindung zu treten" (H a d e r). Die Sprachentwicklung ist eng mit der Ausbildung und Ausreifung höherer Nerventätigkeit verknüpft.

"Das Gehörorgan ist phylogenetisch älter als der Phonations- und selbstverständlich auch als der Artikulationsapparat. Diese haben sich wohl erst unter der Kontrolle des Gehörs und zufolge der von ihm ausgehenden spezifischen Anregungen zu ihrer besonderen Leistungsfähigkeit beim Menschen entwickelt" (K a i n z).

"Somit ist die volle Entfaltung der menschlichen Persönlichkeit an das Hören gebunden, wie die abwegige Entwicklung der gehörlosen und schwerhörigen Kinder bestätigt" (zitiert H a d e r nach K a i s e r).

1.2 Theoretische Erfassung des Sprechvorganges

Die theoretische Erfassung des gesamten Sprechvorganges ist aufgrund der außerordentlichen Vielgestaltigkeit nicht möglich. Es kann nur versucht werden, einzelne Phänomene dieses komplexen Geschehens zu dokumentieren und somit für den Untersucher verständlich zu machen. Angestrebt wird allerdings, eine möglichst große Zahl von Phänomenen gleichzeitig, also auch in ihren Wechselbeziehungen, zu veranschaulichen.

1.3 Was soll untersucht werden?

Eine bessere Kenntnis des Sprechvorganges ließe eventuell therapeutische Konsequenzen erwarten bei Personen, deren Sprechvorgang gestört ist, so beispielsweise bei Tauben oder Schwerhörigen.

Die vorliegende Arbeit soll dazu einen Beitrag leisten. Gleichzeitig soll dargestellt werden, welche Bedeutung einem intakten Gehör zukommt.

2. HAUPTTEIL I

Beeinflussung der Atmung und Sprache durch das Gehör

2.1 Taubheit als Ursache der Stummheit

Ein Zusammenhang zwischen Hören und Sprechen wurde erstmals bei Plinius dem Älteren (ca. 70 J. v.Chr.) erwähnt (B e v e r).

Im 18.Jahrhundert erkannte man die Taubheit als Ursache der Stummheit; seither besteht der Begriff Taubstummheit.

I t a r d (1821) beschäftigt sich wohl als erster Arzt mit der Taubstummheit und unterscheidet schon damals verschiedene Grade. Als B e z o l d (1893) aufgrund von Tonreihen bei ca. zwei Drittel der Taubstummen Hörreste entdeckt, gewinnt dieses Gebiet rasch an Bedeutung (M a r x , S e e m a n).

Da die Sprache das Hauptkommunikationsmittel des Menschen darstellt, wurden die sog. Taubstummen in Zeiten, da die Abhängigkeit der Sprache von einem intakten Gehör noch nicht bekannt war, aufgrund ihrer Teilnahmslosigkeit im allgemeinen den Schwachsinnigen gleichgestellt. Diese Meinung herrschte noch im vorigen Jahrhundert vor und ist auch heute noch in Laienkreisen vorzufinden, widerspricht aber den heutigen Erkenntnissen (M a r x , N a d o l e c z n y, B e v e r).

Das Gehör beeinflusst die Sprachentwicklung, diese wiederum die geistig-intellektuelle Entwicklung bis hin zur Abstraktionsfähigkeit. Für das Erlernen der Sprache hat allerdings für den Tauben eine gewisse Sprechbegabung mitunter mehr Bedeutung als das Hören (L u c h s i n g e r, M a r x).

Die Rate geistiger Störung liegt zwar bei Tauben etwas höher als bei normal Hörenden, doch nimmt man hierfür an, daß während der Entwicklung mehrere Hirnabschnitte Noxen erfahren haben, unter anderem auch die für das Hören verantwortlichen Teile. Bei der kretinen Taubheit, ähnlich wie bei angeborener Syphilis, ist die Taubheit lediglich eines der Symptome der gesamten kretinen Degeneration. Die Mehrzahl der sog. Taubstummen ist lediglich mehr oder weniger taub und erscheint deshalb stumm (M a r x).

In den letzten Jahren wurden in zunehmendem Maße die Auswirkungen des Gehörs auch auf den Normalhörenden untersucht.

2.2 Schallreize, verschiedene Auswirkungen

Schon beim Säugling kann man bestimmte Reaktionen auf Schallreize nachweisen. Einige dieser Reaktionen lassen sich unmittelbar beobachten, andere nur mittels apparativen Aufwandes. Es handelt sich dabei um Schreck- oder Orientierungs-Reflexe, bei denen als Folge Kopfwenden, Lidschlag bzw. Nystagmus zu beobachten sind (A r n o l d). Hörreize bewirken allerdings auch Veränderungen der Atmung, Pupillenerweiterung, Pulsbeschleunigung, den Binnenohrmuskelreflex, Gefäßverengung, Stimmbandgewegungen sowie Stimmsteigerung (K u m p f). Untersuchungen dieser Art gehen auf M o s s o zurück (zitiert nach K u m p f): "M o s s o (1878, 1886) beobachtete während gürtelpneumographischer Untersuchungen zufällig Einflüsse akustischer Reize auf die Atmung von Mensch und Tier. Er bemerkte Anhalten des Atems, Vergrößerung der Atemexkursion und periodische Atmung. Auch im Schlaf reagierte die Atmung von Versuchspersonen. M o s s o betont, daß Geräusche, die im Schlaf Atemveränderungen

erzeugt hatten, den Probanden nach dem Erwachen nicht bewußt waren".

M e n t z (1895) findet, gemessen mit dem Gürtelpneumographen, eine Änderung der Pulsfrequenz gleichsinnig mit der Atemfrequenz nach Schallreizen.

"Er glaubte, daß ,ein wirkliches Durchdringen des Reizes zum Bewußtsein' nötig sei, um die ,Puls- und Atemveränderungen zu erzielen' " (zitiert nach K u m p f).

S t u b b s (1934) weist gürtelpneumographisch Atemveränderungen infolge Beschallung nach.

M o s s o legt Atemgürtel um Brust und Bauch. Auch G o l d i e und G r e e n (1961) finden mit der gleichen Anordnung, daß Reize (genaue Art unbekannt) einen Übergang von der Brust- zur Bauchatmung oder umgekehrt bewirken. Sie vermuten, man könne nach Schallreizen aus dem veränderten Atemmodus beim Kinde zwischen Schwerhörigkeit und geistigen Mängeln unterscheiden.

K o t t m e y e r und H e i m a n n (1967) untersuchen die Auswirkungen akustischer Reize mit Gürtelpneumographen und Myographie der Musculi intercostales.

G e r h a r d und Mitarbeiter, ebenso K u m p f, sind der Meinung, daß sich auch der Erwachsene nicht willentlich einer akustischen Beeinflussung der Atmung entziehen kann.

Basierend auf dieser Feststellung und gleichsam als Beweis dafür hat K u m p f eine Methode zur Bestimmung der Hörschwelle bei Erwachsenen und Kindern entwickelt, ohne auf die Mithilfe des Patienten angewiesen zu sein, wie das bei den herkömmlichen Audiometrie-Verfahren der Fall ist. Auch die Möglichkeit bewußt falscher Angaben des Patienten kann damit umgangen werden.

2.3 Ergebnisse der Untersuchungen von K u m p f

K u m p f findet, daß das Atemgeräusch einen ständigen Reiz auf unser Gehör ausübt. Zusätzlich auf das Ohr einwirkende akustische Signale beeinflussen wiederum das Atemgeräusch. Dies kann sowohl zu einer Verstärkung als auch Abschwächung desselben führen. Ohne Wirkung auf den Pegel des Atemgeräusches bleiben akustische Signale, die deutlich unter der Hörschwelle liegen. Im Bereich der Hörschwelle kommt es jedoch zu einer Abschwächung des Atemgeräusches:

- 1) Der vom Geräusch einzelner Atemzüge erreichte Pegel wird niedriger, oder es besteht vorübergehend überhaupt kein Atemgeräusch.
- 2) Der vom Geräusch einzelner Atemzüge erreichte Pegel wird kürzer aufrechterhalten.
- 3) Die geräuscharme Zeit zwischen dem Auftreten zweier Maxima ist verlängert, bzw. der Pegel zwischen den Maxima ist erniedrigt.

Die Veränderungen treten meist kombiniert auf. Die Abschwächung tritt bei akustischer Reizung mit Intensität an der Hörschwelle auf. Überschwellige Schallstärken rufen die Verstärkung des Atemgeräusches hervor. Die Grenze zwischen Schallstärken, die keine Veränderung des Atemgeräusches verursachen, und den etwas größeren Intensitäten, die zur Abschwächung des Atemgeräusches führen, ist sehr scharf. Sie läßt sich mitunter auf 1 dB genau bestimmen. Die Grenze zwischen den überschwelligen Schallstärken, die eine Verstärkung des Atemgeräusches noch nicht herbeiführen, und den größeren Schalldrucken, auf die das Atemgeräusch mit Verstärkung reagiert, ist nicht scharf.

2.4 Hörprüfung bei Kleinkindern

Im Hinblick auf die große Bedeutung, Hörschäden schon beim Kleinkinde im 1. oder 2. Lebensjahr herauszufinden (L o e b e l l, E., K a s c h k a t), bedient man sich heute verschiedener Methoden, die der Mithilfe des Patienten entbehren können, da sie auf einem normalerweise ablaufenden Reflexgeschehen beruhen. Sollten diese Vorgänge gestört sein, ist an eine Hörschädigung zu denken.

Zur Überprüfung des Gehörs schon bei Säuglingen und Kleinkindern werden eine Reihe von Verfahren angegeben. Es ist heute möglich, schon bei dieser Altersgruppe recht genaue Bestimmungen der Hörschwelle vorzunehmen. Bewährt hat sich schon unter anderem die Baby-Audiometrie nach B i e s a l s k i , wobei als Antwort auf einen Schallreiz das Kopfwenden zur Schallquelle hin gewertet wird (S e e m a n). Ähnliche Ergebnisse werden auch bei cerebrally geschädigten Kindern gefunden.

"Veränderungen der Atemtätigkeit als Reaktion auf Schallreize nutzt K a m i j o für die Hörprüfung von Neugeborenen aus. Als positiver auditorischer Reflex werden im Pneumogramm vorübergehend Riesenwellen beobachtet".

"R o s e n a u nennt bei Kindern im Alter von 5 Monaten bis 6 Jahren Atemaktionsveränderungen in Form von Stufenbildungen, Auslenkungen oder Verkürzungen des Inspiriums. Er führt die Hörprüfung an schlafenden Kindern durch. Dabei zeigt die Schlaftiefe keinen Einfluß auf die Ergebnisse".

"M a h l e r und W a g n e r weisen darauf hin, daß auffälliger Atemreaktionen an wachen Kindern zu beobachten seien.

Dadurch soll die Sicherheit des audiometrischen Ergebnisses größer werden als bei der Schlafbeschallung. Wache Kinder sollen dabei schon auf Schwellenreize reagieren, während bei schlafenden Kindern überschwellige Reize notwendig seien" (zitiert nach K a s c h k a t).

Die Untersuchungen K u m p f 's an Kindern mit der Methode der akustischen Rückkopplung des Atemgeräusches führen wie beim Erwachsenen zu einer Verstärkung der Atmung bei überschwelligen Reizen sowie einer Abschwächung der Atemtätigkeit beim Erreichen der Hörschwelle.

Auch eine Beeinflussung der Pulsfrequenz durch akustische Reize finden B e a d l e und C r o w e l l bei Neugeborenen, sowohl in Form einer Pulsfrequenzzunahme als auch -abnahme.

D w o r n i c k a und Mitarbeiter, sowie J o h a n n s e n, W e d e n b e r g und W e s t i n, weisen diese Phänomene bereits beim Feten in den letzten Wochen des intrauterinen Lebens als Ausdruck einer schon vorhandenen Hörleistung und deren Auswirkung auf andere Funktionen nach. C a n e s t r i n i (1913) findet Veränderungen der Atemkurven sowie des Schädelinnendrucks nach Schallreizen. Ebenso sind Beeinflussungen des EEG wiederholt beschrieben worden.

2.5 Kybernetik

2.5.1 Signalsysteme - P a w l o w

P a w l o w bezeichnet den Komplex des Hörens als ein erstes Signalsystem, welches durch Signale wiederum ein zweites Signalsystem, beim Menschen den Komplex des Sprechens, beeinflusst.

Die Tätigkeit beider Systeme ist untrennbar miteinander verbunden und beide Systeme wirken dauernd aufeinander ein. Es ist bei normalen Menschen deshalb nicht möglich, das eine oder das andere System getrennt zu studieren.

2.5.2 Kybernetische Schicht - E. L o e b e l l

Die Sprache unterliegt einer dauernden Beeinflussung durch ein Kontroll- und Regelsystem (v. B é k é s y , B á r á n y) . E. L o e b e l l spricht hier von einer kybernetischen Schicht, deren wichtigste Bestandteile Rückkopplungsphänomene über Luft- und Knochenleitung, kinästhetische Empfindungen sowie gedankliche Faktoren sind. Störungen des Redeflusses sind Störungen einer kybernetischen Schicht.

2.5.3 Regelkreise - F r ü h

Wie solch eine kybernetische Schicht beispielsweise theoretisch in ihren Grundzügen vorzustellen ist, hat F r ü h graphisch dargestellt (vgl. Abbildung Seite 96).

2.5.4 Steuerung der Phonation - L u l l i e s

L u l l i e s unterteilt in der Phoniatrie drei Systeme:

- Das zentrale Ingangsetzen des Sprach- und Sprechgeschehens
- die periphere Beantwortung und
- ein System der Rückkopplung.

2.5.5 L o m b a r d - Versuch

Mit entsprechenden Apparaten gelingt es, das kybernetische System mit ungewohnten, künstlich falschen Signalen zu füttern. Die Versuche von L o m b a r d

setzen dabei an der Stelle der akustischen Rückkopplung an. Der zeitliche Richtwert für die normale Rückkopplung, also die Rückleitung der Sprache zum Ohr, beträgt ca. 0,001 sec. (L o e b e l l).

Werden nun, wie das beim L o m b a r d 'schen Versuch der Fall ist, beide Ohren mit B a r a n y - Lärmtrommeln (welche übrigens kein weisses Rauschen, sondern ein metallisches Plärren erzeugen) vertäubt, treten beim normal Sprechenden folgende Symptome auf:

"Die Stimmstärke wird lauter, weil der Sprecher wähnt, nicht mehr hörbar zu sein. Dazu gesellt sich eine Verzerrung der sprachlichen Akzente. Schließlich kommt es zu Störungen der Aussprache und der Wortwahl. Im Gegensatz zu diesen verminderten Leistungen eines normalen Sprechers zeigt der an funktionellen Ausfällen Leidende eine plötzliche Besserung seiner pathologischen Symptome. Derart vermindert sich die Heiserkeit infolge von psychogener Dysphonie. Stotterer vermögen oft viel fließender zu reden, solange sie sich nicht hören. Eine hysterische Hemmung der Rede pflegt in besonders eindrucksvoller Weise während der Dauer des ausgeschalteten Gehörs zu verschwinden" (zitiert nach A r n o l d).

Das Ohr erfaßt analysierend die Formanten der Sprachlaute und liefert damit dem Gehirn ein kodifiziertes Substrat der hörbaren Sprachbestandteile.

"Des weiteren steuert das Ohr alle aktiven Sprechbewegungen. Artikulation, Phonation, die Akzente der Sprache sowie ihr musischer Unterbau durch Intonation und Inflektion unterliegen der ständigen Kontrolle durch das Gehör" (A r n o l d).

2.5.6 L e e - Effekt

Einen ähnlichen Effekt wie L o m b a r d findet L e e , indem er den Probanden seine eigene Sprache zeitlich verzögert hören läßt. Der Lee-Effekt beraubt den Prüfling in gleicher Weise der akustischen Selbstkontrolle wie der L o m b a r d 'sche Versuch. Dies kommt in allen Qualitäten der sprachlichen Äußerung zum Ausdruck.

"In bezug auf die Stimme kommt es zu vermehrter Lautheit und veränderter Klangfarbe. Die Artikulation erfolgt weniger genau und verfällt sogar in stammelndes Entgleisen. An den Sprachakzenten machen sich melodische, dynamische und rhythmische Verzerrungen bemerkbar. In gleicher Weise leidet das optimale Sprechtempo und wird teils zu langsam und stockend, teils zu rasch und hastig. Weitere Minderung der Leistung hört man in Form von Fehlern der Grammatik, Behinderung der flüssigen Wortwahl sowie im Verflachen des persönlichen Sprechtypus" (A r n o l d).

Der Normalsprechende zeigt plötzlich Symptome des Stotterns oder einer motorischen Aphasie. Dem Stotterer gelingt eventuell eine bessere Sprache, manchmal sogar ein Sprechen ohne Störungen. Dies wird auch als umgekehrter L e e - Effekt bezeichnet (F r ü h). Das Phänomen der verzögerten Sprachrückkopplung beginnt bei einer Schallleitungsverzögerung über 0,1 sec. wirksam zu werden und hat seine maximale Wirkung bei 0,24 sec. (L o e b e l l), bzw. 0,2 sec. (A r n o l d).

Die Ergebnisse werden im allgemeinen von verschiedenen Autoren gleichermaßen beurteilt. E. L o e b e l l faßt die Symptome folgendermaßen zusammen:

- 1) Verlangsamung der Sprechgeschwindigkeit
- 2) Zunahme der Stimmstärke (Zunahme des durchschnittlichen subglottischen Druckes um ca. 3,08 mm Hg auf 9,28 mm Hg)
- 3) Frequenzerhöhung der Stimme
- 4) Veränderung der Sprachakzente
- 5) Wortfindungsstörungen und Denkstörungen
- 6) Vegetative Störungen

Die Punkte 2) und 3) davon sind reine Vertäubungseffekte.

Weitere interessante Beispiele für den Einfluß des Gehörs auf die Stimme gibt L u c h s i n g e r .

3. HAUPTTEIL II

Atmung, Stimmgebung und Artikulation bei
Normalpersonen sowie bei pathologischen
Veränderungen im speziellen Hinblick auf
Taub- und Schwerhörige

3.1 Taub- und Schwerhörige, allgemeine Betrachtung

3.1.1 Synonyma der "Taubstummheit", Definition

Für den Begriff "Taubstummheit" gibt es eine Reihe von Synonyma: Dyseneie, audiogene Dyslalie, Sprache der Tauben, Schwerhörigen-Sprache, peripher-impressive Störungen der Sprachentwicklung. Für die Taubstummen-sprache: Surdomutitas, Schwerhörigen-Sprache, audiogene Dyslalie (A r n o l d). Da in seltensten Fällen wirklich, wie der Name sagt, Taubheit und Stummheit gleichzeitig vorliegen, wollen wir nur den Ausdruck Taubheit, gegebenenfalls Schwerhörigkeit, verwenden. In der Literatur ist noch der Ausdruck "Taubstummheit" üblich.

Für die Taubheit wird folgende Definition gegeben: "Taubstummheit" ist die Sprachlosigkeit infolge von angeborener oder in früher Kindheit erworbener Taubheit. Taubheit bedeutet den Verlust jeglichen brauchbaren Hörens, so daß eine Kommunikation über das Ohr unmöglich ist. Taubheit kann absolut sein, wenn der aurale Rezeptor (Cochlea) völlig zerstört ist. Taubheit ist unvollständig, wenn gewisse Hörreste vorliegen. Ein Verlust des Gehörs vor dem 7.Lebensjahr führt im allgemeinen zur "Taubstummheit", bei einem Gehörverlust nach dem 7.Lebensjahr bleibt meist die Sprache erhalten. Jedoch sind auch Fälle bekannt, bei denen dieser Termin um Jahre überschritten wurde (M a r x , A r n o l d).

Die folgenden audiologischen Definitionen zur Beurteilung von Hörverlustleiden dienen der semantischen Klärung und entsprechen dem neuen Stand der ISO von 1964 (zitiert nach Arnold) :

" 1) Ein Hörverlust für den hauptsächlichsten Formantbereich mit den wichtigsten Sprachfrequenzen (500 bis 2000 Hz) zwischen 10 und 40 dB ist sozial bedeutungslos und stört nicht das Hören für gewöhnliche Umgangssprache (um 70 dB). Dies nennt man einen leichten Hörverlust.

2) Eine audiometrische Schwellenlage für die Sprachfrequenzen zwischen 40 und 70 dB bedeutet eine deutliche soziale Beeinträchtigung und wird als mäßiger Hörverlust bezeichnet. Er benötigt otologische Behandlung oder das Tragen eines Hörgerätes.

3) Schwellenlagen für die Sprachfrequenzen zwischen 70 und 100 dB sind für das Verständnis gewöhnlicher Sprache unzureichend. Schwere Hörverluste dieses Ausmaßes bedeuten praktische Taubheit. Solche Ohren können Konversation nicht hören, ehe sie nicht durch Chirurgie (Fenestration, Stapesersatz, Tympanoplastik usw.) oder lautstarke Hörgeräte verbessert sind. Neue Empfehlungen der American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology legen die 100%-Marke der totalen Behinderung (impairment) im medico-legalen Sinne bei 93 dB.

4) Hörschwellen jenseits von 100 dB in der Sprachregion sind für die Verständigung von geringem Wert. Hörreste auf diesen hohen Intensitätslagen sind immer durch reine oder gemischte cochleäre sowie neurale Läsionen bedingt. Deshalb lassen sie sich nicht wesentlich verstärken ohne Verzerrung, Unannehmlichkeiten durch Rekrutment oder beschränkte Diskrimination hervorzurufen. Instrumentell verstärkte Hörreste

jenseits 90 bis 100 dB helfen der Unterscheidung von Vokalen und dunklen Konsonanten. Dann fördern sie die Verständigung im gewissen Maße durch das Liefern gewisser hörbarer Hinweise auf die stimmlichen, prosodischen und rhythmischen Elemente der Mitteilung. Sie unterstützen das Richtgehör, indem sie den Tauben auf Umweltgeräusche (Türöffnen, nahende Flugzeuge, Gegenwart eines Sprechers usw.) aufmerksam machen. Diese Unterscheidung der unvollständigen Taubheit mit Hörresten für die Sprachfrequenzen mit 70 oder mehr dB von der absoluten oder völligen Taubheit ohne Hörreste ist in folgender Weise wichtig: für die Diagnose; zur Wahl der otologischen Behandlung oder audiologischen Rehabilitation, sowie für gerichtsmedizinische Zwecke."

Diese objektive Einteilung löst eine andere ab, welche unterscheidet in ein Gehör für Sprache, für Stimme, für Schall, für Geräusch und Lärm oder kein Gehör. Für eine allgemeine Orientierung an Taubstummen-Schulen wird bisweilen auch unterschieden in Satzgehör, Wortgehör, Vokalgehör, Höreindrücke und kein Gehör (M a r x).

3.1.2 Differentialdiagnose der "Taubstummheit"

Differentialdiagnostisch zur sog. "Taubstummheit" kommen noch die seltenen Fälle von Hörstummheit, idiotischer Stummheit, Autismus, Psychischer Taubheit sowie verspäteter Sprachentwicklung in Betracht. (M a r x , N a d o l e c z n y , B e v e r). Bei der Hörstummheit (Audimutitas) handelt es sich um eine angeborene oder auch erworbene Unfähigkeit,

artikulierte Laute zu bilden, wobei das Hörvermögen vollkommen erhalten ist, und stellt somit eine Form der Aphasie dar.

Die idiotische Stummheit beruht auf verschiedenen Graden geistiger Mängel bei sonst intaktem Gehör. Unter Idioten finden jedoch B r ü h l und N a w r a t z k i bedeutend mehr Schwerhörige besonders höheren Grades als bei Schulkindern. Um eine Störung des Sprachverständnisses handelt es sich bei der psychischen Taubheit; es fehlt die Fähigkeit, Gehörtes begrifflich zu verwerten, obwohl ein gewisser Wortschatz vorhanden ist.

3.1.3 Ätiologie der Taubheit und Schwerhörigkeit

Eine erste ätiologische Einteilung der sog. Taubstummheit geht auf Aristoteles zurück und unterscheidet eine angeborene und eine erworbene Taubheit (S e e - m a n , M a r x). Da jedoch der Zeitpunkt der Geburt willkürlich gesetzt ist, und es auch die Möglichkeit einer vor der Geburt erworbenen Taubheit gibt, erweist sich diese Methode als nicht spezifisch genug und nichtssagend. Die zunehmende Kenntnis pathologischer Veränderungen der Gehörorgane veranlaßt H a m m e r s c h l a g 1902 zu folgender Klassifizierung:

- 1) Taubstummheit infolge lokaler Erkrankungen der Gehörorgane und
- 2) konstitutionelle Taubstummheit.

Zur ersten Gruppe rechnet er diejenigen Formen, die durch eine lokale Erkrankung des Ohres bei sonst gesundem Organismus verursacht werden, also fetal oder postfetal erworbene.

Die zweite Gruppe beruht auf Anomalien des Keimplasmas, unterschieden in eine endemische oder sporadische (erblich degenerative oder kongenitale) Taubstummheit.

C. S t r e u r e r teilt die Taubheit in zwei Formen ein: Die Entwicklungsstörungen des Innenohres, und in solche, die durch regressive Veränderungen des Innenohrs entstehen. Eine Unterscheidung, ob es sich um eine vererbte oder eine erworbene Taubheit handelt, ist nach L a n g e in ca. 40 % der Fälle anhand eines histologischen Präparates unmöglich.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten gibt S i e - b e n m a n n an. Er unterscheidet zwei Gruppen:

1) Die Formen der "Taubstummheit" mit einer Aplasie des ganzen Labyrinths und

2) Erhaltensein des membranösen und knöchernen Labyrinths, jedoch mit mehr oder weniger ausgeprägter Degeneration des endolymphatischen Raumes.

Dazu werden wieder Untergruppen angegeben.

Unter Berücksichtigung pathologisch-anatomischer Gesichtspunkte und aufgrund klinischer Beobachtungen und Erfordernisse hat sich die Einteilung in eine vererbte und eine erworbene Taubheit als sinnvoll erwiesen.

Eine genaue Unterscheidung geben verschiedene Autoren an (S e e m a n). Hier seien nur die wichtigsten Gesichtspunkte angeführt. Die vererbte Taubheit wird wieder unterschieden in eine sporadische Taubheit, welche hauptsächlich in abgeschlossenen Gebirgs- gegenden vorkommt, und in eine erbliche Innenohrschwerhörigkeit und Taubheit, welche in einzelnen Familien als Schwerhörigkeit bis Taubheit anzutreffen ist.

Bei der sporadischen Taubheit kommen manchmal auch andere krankhafte Veränderungen vor, am häufigsten die Oligophrenie, weiterhin Retinitis pigmentosa, totaler oder partieller Infantilismus und Hypogenitalismus. Das Gehör ist im allgemeinen bei sporadischer Taubheit nicht vernichtet; typisch sind Hörreste, die auf beiden Ohren symmetrisch sind. L a n g e n - b e c k , E s c h w e i l e r und andere sprechen von der "Regel der Symmetrie" als einem Merkmal der vererbten "Taubstummheit".

Die erworbene Taubheit entsteht entweder in der Fetalzeit, angeboren oder kongenital, bei der Geburt, perinatal oder im frühen Kindesalter bzw. danach.

Für die angeborene Taubheit kommen bei der Mutter ursächlich in der Hauptsache Syphilis, Röteln oder Grippe in Betracht, ferner auch einige Medikamente wie Chinin, Arsen, Salizylate, Kupfer, Blei usw. Eine weitere Ursache ist der endemische Kretinismus. Eine Schädigung des Hörapparates während der Geburt in der Austreibungsperiode und besonders bei Zangen-geburten ist denkbar und in der Literatur vielfach beschrieben. Es liegen aber auch eine Reihe von Untersuchungen vor, bei denen trotz schwerer Geburt keine derartigen Schädigungen nachweisbar sind. Aus der Uneinheitlichkeit der beschriebenen Befunde geht hervor, daß man ein Geburtstrauma als Ursache für Taubstummheit nur mit Vorsicht annehmen darf. Es ist möglich, daß Fälle von Taubheit, die für angeboren gehalten werden, erst bei der Geburt entstanden, ebenso wie der umgekehrte Sachverhalt.

Einer im frühen Kindesalter erworbenen Taubheit liegt entweder ein meningealer oder tympanaler

Ursprung zugrunde, oder es handelt sich um toxische Einflüsse auf das Labyrinth oder den Hörnerven. Schädeltraumen sind nur sehr selten Ursache einer Ertaubung. Von meningealem Ursprung spricht man, wenn sich der Krankheitsprozeß von den Meningen beispielsweise bei Meningitis cerebrospinalis epidemica auf das Innenohr via Subarachnoidalräume, porus akustikus internus und aquäductus cochleae übertragen hat. Beim tympanalen Ursprung liegt eine Schädigung des Innenohrs nach einer Mittelohreiterung oder infolge von Bakterientoxinen vor, meist nach Infektionskrankheiten wie Scharlach, Masern und Diphtherie, selten bei einer genuinen Entzündung des Mittelohrs. Schließlich treten toxische Schäden des Labyrinths oder des Hörnerven nach verschiedenen Infektionskrankheiten auf, wie Parotitis epidemica, Pertussis, Typhus abdominalis, Plattern und Kuhpocken usw., ferner wie schon erwähnt bei Scharlach, Masern und Diphtherie. Stark ototoxisch sind auch die Medikamente Neomycin und Streptomycin (S e e - m a n).

Eine umfangreiche Arbeit über akute Erkrankungen des Ohres hat R . N e v e l i n g vorgelegt. Weitere Angaben über Statistik und Ätiologie finden sich u.a. bei B e v e r , M a r x und S e e - m a n.

3.1.4 Die Sprache der Tauben und Schwerhörigen, subjektiver Eindruck

Zur normalen Entwicklung der Sprache sind akustische, optische und taktile Wahrnehmungen unbedingt notwendig. Wenn einer dieser Faktoren fehlt, dann ist immer mit einer Verzögerung der Sprachentwicklung, mit einem erschwerten Erlernen der Sprache oder Ausbleiben der Sprachbildung zu rechnen (I m r e) .

Die Sprache der "Taubstummen" ist gegenüber der von Normalhörenden in charakteristischer Weise verändert (A r n o l d , S e e m a n). Dies hängt im wesentlichen vom Grade der Schwerhörigkeit bzw. Taubheit ab, vom Alter, in dem die Hörstörung eintritt, von einer individuellen psycho-linguistischen Begabung, von der schulischen Bildung und der Fähigkeit, optische und kinästhetische Orientierungen für die Sprache nützlich zu machen. Die Stimme ist rau, schreiend, manchmal kreischend, brummend tief oder piepsend. Die Sprache erfolgt meist zu laut oder zu leise, selten in einer normalen Mittellautstärke und zeigt Veränderungen der Stimme, Atmung, Artikulation sowie der Sprachakzente. Die Artikulation ist immer gestört und wird mit übertriebenem Kraftaufwand ausgeführt. Auffallend sind die ruckhaften und starken Artikulationsbewegungen der zum Sprechen betätigten Muskelgruppen des Kopfes und Rumpfes. Am deutlichsten sind die Sprachakzente, der dynamische, temporale und melodische, verändert (I m r e , G. L i n d n e r). All diese aufgeführten Abweichungen bestimmen den Grad der Verständlichkeit der Taubstummensprache.

"Nach Eintritt der Taubheit schwindet die Hörkontrolle, und der Taube ist nur auf die motorisch-kinästhetischen zeitweiligen Verbindungen angewiesen, die er im Laufe des Lebens erworben hat, und die sich fixiert haben" (S e e m a n). Die Sprache wird gar nicht oder entstellt erkannt, deshalb kann die Sprache auch nicht richtig erlernt werden (A r n o l d).

Die Sprache der Gehörlosen zeigt Veränderungen:

- 1) Der Atmung
- 2) Der Stimme (Phonation)
- 3) Der Artikulation (Lautbildung)
- 4) Der Sprachakzente.

3.2 Die Sprache der Normalhörenden

"Die menschliche Lautsprache entsteht durch die gleichzeitige, fein koordinierte und besonders differenzierte Funktion dreier Organsysteme: Atmung, Stimmgebung und Lautbildung" (A r n o l d). Das dabei entstehende akustische Resultat unterliegt der Kontrolle und Beeinflussung des intakten Gehörs nach dem Prinzip eines Regelkreises.

Im einzelnen liegen folgende Ergebnisse vor:

3.2.1 Die Atmung der Normalpersonen

Bei der Atmung ist zu unterscheiden in die respiratorische und phonetische Atmung, wobei letztere wiederum in Sprech- und Singatmung unterteilt werden kann. Die im Zusammenhang mit der Atmung stehenden Begriffe sollen hier erst einmal erläutert werden.

3.2.1.1 Ruheatmung - Atemfrequenz - Sprechatmung

Die Ruheatmung dient der Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und der Abgabe von Kohlendioxid. Sie ist damit zu den vitalen Vorgängen zu rechnen und unterliegt einer Reihe von beeinflussenden Faktoren. Werden diese Faktoren wie CO_2 -Gehalt und O_2 -Gehalt der normalen Luft weitgehend konstant gehalten, sowie körperliche Tätigkeit ausgeschlossen, gelangt man zu einigen Normalwerten der sog. Ruheatmung. Dazu gehört die Atemfrequenz, also die Zahl der Atemzüge pro Minute, die bei einer etwa 70 kg schweren Person mit ca. 16 Atemzügen pro Minute zu je 500 ml angegeben wird (R h e i n - S c h n e i d e r , N a d o l e c z n y).

P a n o n c e l l i - C a l z i a findet beim normalen Sprechen eine Atemfrequenz von 2 bis 4, beim Lesen eines Prosastückes 6 bis 27, beim Zählen 2 bis 13 Atemzüge pro Minute.

Nach dem Sprechen nimmt die Atemfrequenz meist zu (P o n z o), "der respiratorische Quotient" als Verhältnis der Dauer der Inspiration zur Expiration zeigt dagegen keine konstanten Veränderungen. Eine Zunahme der Atemfrequenz tritt auch beim inneren Lesen oder Sprechen ein, da sich die Person nicht in dem eigentlichen Ruhezustand befindet.

3.2.1.2 Atemquotient

G u t z m a n n verwendet Gürtelpneumographen zur Messung des zeitlichen Verhältnisses der Inspiration zur Expiration sowie der Atemexkursionen von Bauch und Brust. Das Verhältnis Einatemzeit zu Ausatemzeit wird auch als Atemquotient (N a d o l e c z n y), unglücklicherweise auch als "respiratorischer Quotient" (P o n z o) bezeichnet. Der letztere Ausdruck sollte aber dem in der Stoffwechsel-Physiologie gebräuchlichen Wert O_2 -Inspiration : CO_2 -Expiration reserviert bleiben (R h e i n - S c h n e i d e r). Für den Atemquotienten in Ruhe gibt G u t z m a n n etwa den Wert 1 an. P s c h y r e m b e l bezeichnet reziprok zum Atemquotienten den Atemzeitquotienten als Verhältnis Expirationszeit zu Inspirationszeit (1,1 bis 1,2 entsprechen einem Atemquotienten von 0,91 bis 0,83).

P a n c o n c e l l i - C a l z i a findet bei der Ruheatmung 0,8, beim Reden im allgemeinen 0,15 und beim Singen 0,1 bis 0,02; andere Autoren beim Sprechen die Verhältnisse 1:6 (0,17), 1:7 (0,14), aber auch 1:0,7 (1,4) oder 1:12 (0,09); G u t z m a n n an anderer Stelle 1:1,5 (0,66), H e r z o g 1:1,1 (0,91) bis 1:1,9 (0,53). (Vgl. L u c h s i n g e r , N a d o l e c z n y , L u l l i e s).

3.2.1.3 Atempausen

G u t z m a n n findet 1928 mit gürtelpneumographischen Untersuchungen bei Normalpersonen das Vorkommen von Atempausen. L u d w i g mißt die Atempause zur Inspiration und gelangt zu einem Wert > 1 für den Atemquotienten.

3.2.1.4 Bauch- und Brustatmung

Über die an der Atmung beteiligten Muskeln geben Lehrbücher der Physiologie Auskunft. Eine aktive Einatmung mit den Bauchmuskeln gibt es nicht (L u c h s i n g e r). Die Vorwölbung des Abdomens bei der Inspiration kommt lediglich durch einen verstärkten intraabdominellen Druck infolge Tiefertretens des Zwerchfelles zustande. Der umgekehrte Schluß, ein willkürliches Hervordrücken des Bauches müsse mit einem Absteigen des Zwerchfelles gekoppelt sein, ist nicht zulässig. Eine willkürliche Beeinflussung der Zwerchfelltätigkeit, gemessen an den Bewegungen der Bauchwand wird verneint, da das Zwerchfell keine Spur von Bewegungsempfindungen oder Bewegungsgefühl besitzt (G u t z m a n n). Lediglich bei der bewußten Thoraxinspiration trägt die sog. Flankenatmung sehr viel zur flachen Einstellung des Zwerchfells bei (M o s s o).

3.2.1.4.1 Synchronismus und Asynchronismus der Bauch- und Brustatmung

Das zeitliche Ineinandergreifen der Bauch- und Brustatmung untersucht H. G u t z m a n n 1907 mittels Gürtelpneumographen und kommt zu dem Ergebnis, daß bei der Ruheatmung sowohl in der Inspiration als auch in der Expiration die Atembewegungen nahezu synchron verlaufen, während bei der Einatmung vor dem Sprechen die Bauchkurve schon fällt, obgleich die Brustkurve noch steigt. Daraus folgert G u t z m a n n den

Synchronismus für die Ruheatmung, den Asynchronismus für die Sprechatmung. Über die Ruheatmung schreibt er:

"Bei der Inspirationsbewegung ist fast stets Gleichzeitigkeit vorhanden, nur in seltenen Fällen bleibt die Bauchatmung zeitlich etwas zurück, in anderen, häufigeren, geht sie der thorakalen Bewegung voran. Der Beginn der Expiration ist entweder gleichzeitig oder die Bauchatmung geht zeitlich ein wenig voraus, durchschnittlich um $1/4''$ ".

Praktisch zu dem gleichen Ergebnis kommt R i e g e l bei seiner Betrachtung der Ruheatmung.

Über die gegenseitigen Beziehungen der Bauch- und Brustatmung an Schlafenden schreibt erstmals M o s s o 1878 und findet an Schulkindern bei der Ruheatmung eine mehr oder weniger große Inkongruenz der Bauch- und Brustkurven. "Er deutet darauf hin, daß die respiratorischen Exkursionen der Bauchwand nicht ausschließlich von dem abwechselnden Spiel des Zwerchfells und der Bauchpresse abhängen, sondern auch von den Bewegungen des Brustkastens, deren Einfluß in dieser Hinsicht diametral entgegengesetzt sei. Es würden daher, wenn der Einfluß beider Faktoren gleich ist, die Bewegungen vollkommen stillstehen, wie energisch sich auch das Zwerchfell und der Thorax bewegen mögen." (Zitiert nach S c h i l l i n g).

"Bei überwiegendem Einfluß der Brustbewegungen wird die Bauchwand während der Inspiration sinken, während der Expiration steigen, als ob das Zwerchfell gelähmt wäre" (zitiert nach M o s s o).

Hiermit ist die Erklärung für das Zustandekommen der paradoxen Atembewegung gegeben, bei welcher die Bauch- und Brustatmung eine entgegengesetzte Bewegungsrichtung haben.

Clara H o f f m a n n stellt bei 40 Atembewegungs-
kurven folgendes fest:

"Unter 24 Kurven findet sich der Asynchronismus bei der Sprechatmung 9mal, der Synchronismus 13mal. In einem Falle fiel die Brustkurve schon wieder, während die Bauchkurve noch das inspiratorische Steigen zeigte. Bei einer Kurve zeigten sich sogar alle drei genannten Arten. Die eben genannten Zahlen zeigen, daß sich auch unter den völlig unbefangenen Atmern der Synchronismus oft genug fand. Ich möchte deshalb das Wort normal für den Asynchronismus nicht gelten lassen" (vgl. Schema S. 94).

N a d o l e c z n y weist an 92 VP beim Singen der Tonleiter bis auf 13 Ausnahmen (bei 3 lief die Brustkurve der Bauchkurve sogar ein wenig voraus) den von G u t z m a n n beschriebenen Asynchronismus nach. W e t h l o (1925) beschreibt anhand von Messungen mit seinem verbesserten Gürtelpneumographen Zeitdifferenzen der Brust- gegenüber der Bauchatmung.

T r a v i s und E d w a r d (1927) untersuchen die Atembewegungen bei Stotterern und Normalsprechenden mit dem Ergebnis, daß bei letzteren Bauch- und Brustatmung sich entsprechen. Bei der Bauchatmung finden sie kleine Eigenbewegungen, 5 bis 7 in der Sekunde. L e b r u n (1966) versucht, aufgrund anatomischer und elektromyographischer Untersuchungen Erkenntnisse der Muskelphysiologie von Bauch- und Brustmuskeln während der Phonation zu erhalten.

3.2.1.4.2 Zwerchfellbewegungen

Den Synchronismus der Ruheatmung und Asynchronismus der Sprechatmung bestätigt R . S c h i l l i n g nach eigenen Untersuchungen, findet jedoch mit Hilfe des von ihm verwendeten Diaphragmographen (ausführlich beschrieben in Vox 1922) sowie dreier G u t z m a n n'scher Pneumographen in der mammillaren, epigastrischen und abdominalen Ebene im allgemeinen bei Beginn der

Einatmung einen deutlichen Synchronismus, bei Beginn der Ausatmung, namentlich der Sprech- und Singatmung, einen ausgesprochenen Asynchronismus, und zwar derart, "daß das Zwerchfell noch mehr oder weniger lange in gesenktem Zustand verharret, wenn die übrigen Abschnitte des Atmungsapparates schon in der Ausatmungsbewegung begriffen sind; seltener umgekehrt" (vgl. Atemstütze S. 33 und S. 94). Bei geschulten Sängern ist dieser physiologische Asynchronismus besonders ausgeprägt. Bei diesen Untersuchungen stellt S c h i l l i n g die Bauch- und Brustatmung in Relation zur Zwerchfellbewegung, deren Extremwerte er als 0-Zeit ansieht, hingegen erscheinen Bauch- und Brustkurve zeitlich positiv oder negativ verschoben.

Elektromyographische Untersuchungen an den freigelegten vorderen Zwerchfellschenkeln von Kaninchen macht D i t t l e r . Seine Ergebnisse geben eine Erklärung für den Ruhetonus des Zwerchfells, wie er beispielsweise bei Phrenicusparese zu vermissen ist und am Zwerchfellochstand kenntlich wird. Er findet, daß Aktionsströme unverändert fortbestehen, wenn die Atmungskulatur infolge künstlich durch Hyperventilation erzeugter Apnoe völlig ruhiggestellt ist, und nimmt an, "daß ein von den Ursprungszellen des Phrenicus ausgehender Vorderhorntonus besteht, der selbständig weiter bestehen bleibt, wenn das bulbaere Atemzentrum, wie dies in der Apnoe der Fall ist, seine Tätigkeit vorübergehend einstellt. Bezüglich des Mechanismus der Ateminnervation bei natürlicher Atmung ergäbe sich unter dieser Annahme die Vorstellung, daß der beständig bestehende Vorderhorntonus des Zwerchfells durch die periodische Tätigkeit des bulbaeren Atemzentrums in rhythmischer Folge abwechselnd gesteigert oder gehemmt wird" (zitiert nach S c h i l l i n g).

Eingehende Untersuchungen von R. S c h i l l i n g über die Diaphragmabewegungen mit dem Orthodiagrammen

ergeben, "daß die Gleichgewichtslage des Diaphragmas im Gegensatz zu der des Brustkorbes bei der Ruheatmung meistens näher der maximalen Tiefatmungs-Inspirationsstellung steht als der maximalen Tiefatmungs-Expirationsstellung, also eine überwiegend inspiratorische ist. Bei der Sprechatmung lassen sich die Diaphragmabewegungen in quantitativer Hinsicht in 3 Gruppen einteilen, eine kleinere, bei welcher die Diaphragmabewegungen denen der Tiefatmung nahekommen, eine größere Gruppe, bei der sie der Ruheatmungsgröße nahezu gleich sind, und eine dritte, die Mitte zwischen beiden haltende Gruppe; in qualitativer Hinsicht ist eine Gruppe mit gleichbleibender Gleichgewichtslage und eine solche mit treppenförmig aufsteigender Gleichgewichtslage während des Ablaufs der phonischen Leistung zu unterscheiden. Bei den meisten Menschen ist der automatische Ablauf der Sprechatmung hinsichtlich der Größe der Diaphragmaexkursionen dem der Ruheatmung nahestehend (Prinzip der ökonomischen Kräfteersparnis)" (zitiert nach S c h i l l i n g).

Untersuchungen über die Zwerchfellbewegungen bei der Atmung macht erstmals H u l t k r a n z gegen Ende des 19. Jahrhunderts.

Ausführliche elektromyographische Untersuchungen der Atemmuskelfunktionen an normalen Versuchspersonen führen P.H. R o s s i e r und Mitarbeiter 1955 durch.

Bei röntgenologischen Untersuchungen von L a p e n n a zeigt während der Einatmung in zwei Zeiten "die Mehrzahl (61 %) pathologische Verhältnisse" des Zwerchfells, wobei die typischste Form der Veränderungen als paradoxes Verhalten der Atembewegungen bezeichnet wird. Beim ersten Teil der Inspiration geht das Zwerchfell normal nach abwärts, beim zweiten Teil, also nach einer Pause, steigt es nach oben und zwar über die Ruhelage hinaus.

3.2.1.4.3 Aktivitäten der Musculi intercostales

Die Atembewegungen des Thorax werden unter anderem durch die Musculi intercostales bewirkt. Besonders stark ist die Intercostalaktivität beim Liegen, was mit der Verlagerung des Atemtyps in abdominalen Richtung nicht in Widerspruch stehen muß. Nach R i e g e l's Beobachtung "greifen die Intercostalmuskeln zu derselben oder fast derselben Zeit in den Akt der inspiratorischen Erweiterung des Thorax ein, wie das Zwerchfell".

D r a p e r differenziert folgendermaßen:

Beim normalen lauten Sprechen zeigen sich in der Inspirationsstellung die Musculi intercostales externi aktiv, bei zunehmender Expiration treten zunächst die Musculi intercostales interni und dann der Reihe nach zusätzlich Musculus obliquus externus, rectus abdominis und latissimus dorsi in Aktion. Bei normal lautem Sprechen und zwangloser Thoraxmittellage (Konversation) erzeugen ausschließlich die Musculi intercostales interni den Anblasdruck für die Stimmbänder.

3.2.1.4.4 Atemtypen, Synonym: Atmungstyp

Die Beteiligung einzelner Muskelgruppen bei der Atmung ist bei verschiedenen Menschen unterschiedlich. Man kann hier eine Einteilung treffen, je nachdem ob besonders stark mit den Rippen geatmet wird oder mit dem Bauch bzw. dem Zwerchfell. Je nach den Verhältnissen ergibt sich so ein costaler, im anderen Falle ein abdominaler Atemtyp, am häufigsten jedoch der gemischte costo-abdominale, der streng genommen in jedem Falle vorliegt, und heute als normaler Atmungstyp angesehen wird (L u c h s i n g e r).

G u t z m a n n teilt ein in eine

- 1) costo-claviculäre
- 2) costale
- 3) abdominale oder diaphragmale Atmung,

wobei letztere für die natürlichste und physiologisch zweckmäßigste gehalten wird.

R. S c h i l l i n g unterscheidet einen costalen, epigastrischen und abdominalen Atemtyp, sowie einen gemischten.

E. B a r t h (1911) hat die Vitalkapazität mit den Atmungstypen bei Sängern in Zusammenhang gebracht.

Die Feststellung, daß bei der Frau die Brustatmung, beim Manne die Bauchatmung vorherrschend, kann nicht verallgemeinert werden (N a d o l e c z n y).

Von einer gleichermaßen starken Brust- und Bauchatmung spricht man, wenn die Messungen, meist mit dem G u t z m a n n 'schen Gürtelpneumographen durchgeführt, während der Ruheatmung gleich hohe Ausschläge ergeben. Dabei handelt es sich meist um eine sitzende Stellung. R. S c h i l l i n g kommt zu dem Schluß, daß ein Typenwechsel je nach Lage, Art oder Zielvorstellung der Atemfunktion vorliegen kann.

P a n c o n c e l l i - Calzia findet nach Untersuchungen des Atemtypes an meist männlichen Schulkindern zwischen 6 und 18 Jahren bei der stummen Atmung ein Verhältnis der thorakalen zur abdominalen Atmung wie 6,2:1. Eine rein abdominale Atmung kann er nicht beobachten. Wie auch G u t z m a n n ist er der Meinung, daß der Atemtyp für die Physiologie der Atmung unwichtig sei, wichtig ist der Ausschluß von Fehlspannungen des Atemorgans, da diese zu pathologischen Veränderungen führen können. L u c h s i n g e r gibt jedoch an, "daß der einzelne Mensch durch Übung mehr costal, costo-abdominal oder ausschließlich abdominal atmen kann".

Der von S c h i l l i n g beschriebene Typenwechsel hinsichtlich der Lage, Art oder Zielvorstellung der Atmung verdient Beachtung. M e r e l l i und später S c h i l l i n g finden im allgemeinen beim Übergang vom Sitzen

zum Liegen eine Verschiebung des Atemtyps in abdominalen Richtung. Elektromyographische Untersuchungen der Atemmuskelfunktion an normalen Versuchspersonen, gemessen an den Muskeln pectoralis major, rectus abdominis, obliquus externus, intercostales (pars parasternalis und pars medioclavicularis) sowie am Diaphragma, bestätigen diese Feststellung teilweise, besonders jedoch für das Diaphragma. In dieser Arbeit von P.H. R o s s i e r und Mitarbeitern wird jedoch auf die Problematik solcher Versuche hingewiesen.

R. S c h i l l i n g schreibt 1925: "Der Einfluß der Körperlage auf den Typus macht sich nicht in einheitlichem Sinne bemerkbar und läßt sich schwer in eine bestimmte Formel bringen. In großen Linien betrachtet ist eine Verschiebung des Typus beim Sitzen und Liegen in abdominalen Richtung zu erkennen". (In Einklang mit M e r e l l i , der ebenfalls den großen Einfluß der Körperlage auf den Atemtypus betont und in der Mehrzahl der Fälle im Liegen ein Überwiegen der abdominalen Kurve fand, sowohl bei gewöhnlicher Atmung, als auch beim Sprechen und Singen).

"Das gilt hauptsächlich für die vom Willen beeinflusste Atemtätigkeit. Bei der RA ist jedoch nur beim Erwachsenen männlichen Geschlechts im Liegen ein stärkeres Prävalieren der abdominalen Atmung zu erkennen. Das weibliche Geschlecht zeigt nur im kindlichen Alter das gleiche Verhalten, im Gegensatz hierzu findet sich beim erwachsenen Weibe im Liegen ein etwas stärkeres Prävalieren der costalen Atmung". "Zahlreiche vergleichende pneumographische Untersuchungen zeigen, daß es gleichgültig ist, ob die VP sitzt oder steht, sofern sie nicht in gebückter Haltung die Bauchmuskeln ungenügend braucht (H. L o e b e l l)". (Zitiert nach L u c h s i n g e r).

Die thorakalen Bewegungen nehmen in unserem Bewußtsein und Willen eine andere Stellung ein als die abdominalen. G u t z m a n n schreibt:

"Die thorakale Bewegung kann uns jederzeit direkt zum Bewußtsein kommen, da wir sie fühlen und sehen können". Ferner meint S c h i l l i n g:

"Man kann daher im großen und ganzen sagen, daß in der RA beim normalen Menschen kein großer Unterschied in bezug auf die Prävalenz der beiden Atemtypen vorhanden ist. Ganz anders wird dies, sowie der normale Mensch spricht. Dann zeigt sich, daß die Bauchatmungskurve bereits in der Expirationsbewegung begriffen ist, während noch die thorakale Kurve scharf inspiratorisch ansteigt. Gleich nach dem Inspirationsgipfel der thorakalen Kurve beginnt meist die Sprechttätigkeit. Wenn wir in bezug auf die Deutung dieser Verhältnisse uns an M o s s o 's eingangs angeführte Erklärung halten, so ergibt sich demnach bei normal sprechenden Personen mit Evidenz, daß die willkürliche Beeinflussung der Atmung durch den Sprechvorgang der thorakalen Atmungsbewegung das Übergewicht über die Abdominalbewegung verleiht," bzw. "daß beim normalen Sprechen die cerebrale Einwirkung auf den Automatismus der Atmung vorwiegend die costale Atmung betrifft, ..." (zitiert nach G u t z m a n n). Anhand der von G u t z m a n n aufgenommenen Atemkurven von Brust und Bauch kommt L u c h s i n g e r zu dem gleichen Ergebnis und schreibt, daß in Ruhe Brust- und Bauchatmung zeitlich nahezu übereinstimmen, während sich beim Sprechen das Kurvenverhältnis ändert:

"Die Brustkurve wird dabei stärker beeinflusst; sie steigt noch, während die Bauchkurve bereits abfällt. Es besteht also während des Sprechens normalerweise ein Asynchronismus. Die Brustkurve ist also außerordentlich empfindlich, wie dies auch bei der Hinlenkung der Aufmerksamkeit der VP auf den Atmungsvorgang festgestellt werden kann.

Während die Bauchatemkurve dabei wenig verändert wird, sieht man die Brustkurve abflachen."

H e i n r i t z leitet Atemkurven ab, während VP Test-sätze in verschiedenen Affektlagen sprechen. Zitiert nach R. S c h i l l i n g : "... Zeigen ... die Kurven ein sehr verschiedenes individuelles Verhalten, indem ein Teil der Fälle keinen merklichen Unterschied zwischen den affektbetonten und affektfreien Sätzen erkennen läßt, andere wieder deutliche Zeichen innerer Erregung in den Atemkurven, insbesondere der abdominalen (lebhaften Bewegung, Vertiefung, Dikrotie und Polykrotie der Atemkurven, Vergrößerung der expiratorischen Geschwindigkeit, bewegte Inspiration) aufweisen."

Auch G u t z m a n n weist auf den Einfluß psychischer Erregung bei seinen Atemableitungen hin und nimmt zugunsten seiner Arbeit an, dies immer vermieden haben zu können. Beispielsweise soll auch die VP den Registriervorgang der Atemkurven nicht beobachten können.

R. S c h i l l i n g kommt zu dem Schluß, "...daß stark automatisierte affektfreie Sprechbewegungen (Reihensprechen) in ihrer Atembewegungskoordination der Ruheatmung nahekommen." Am gelassensten in dem Sinne wertet P a n c o n e l l i - Calzia das Zählen.

"Die Mehrzahl der Menschen scheint also beim Sprechen, wenn wir das Zählen als Paradigma des gewöhnlichen Sprechens ansehen dürfen, einer Tätigkeit, die doch einen beträchtlichen Teil der im Wachzustand ausgeführten Betätigung ausmacht, ihre Atemmuskulatur, vielleicht in unbewußter Wahrung eines ökonomischen Optimums, kaum mehr anzustrengen als bei der gewöhnlichen Ruheatmung; höchstens gibt ein Teil derselben ihrer Expirationsmuskulatur im weitesten Sinne des Wortes, bei der phonischen Expiration eine um ein Geringes verstärkte Innervation" (zitiert nach S c h i l l i n g).

3.2.1.4.5 Atemstütze

Unter Atemstütze versteht man die beim geschulten Sänger herbeigeführte bewußte Verlangsamung der Ausatmung unter Kontrolle des Muskelempfindens (N a d o l e c z n y). Der Sänger empfindet dabei eine sog. "inspiratorische Spannung" als Widerstand. F. W i n c k e l sieht darin einen "... Halt, den die Einatemsmuskulatur dem Zusammensinken des Atembehälters entgegensetzt." Erreicht wird dadurch, daß der zur Phonation notwendige subglottische Atemdruck auf den kritischen Druck (optimaler Betriebsdruck) reduziert wird. S c h e i e r hat schon bei Röntgenbetrachtungen die langsamen Aufwärtsbewegungen des Zwerchfells bei geschulten Sängern gefunden, im Gegensatz zu der schnellen und ruckweisen Hebung des Zwerchfells bei Natursängern.

N a d o l e c z n y, ebenso S e w a l l und P o l l a r d unterscheiden beim Singen eine Bauchatmung mit Bruststütze (evtl. sogar paradoxe Bewegungen) sowie eine Brustatmung mit Bauchstütze des Zwerchfells, je nachdem, ob die durch maximale Inspiration aufgespeicherte Luft zuerst vom Zwerchfell oder der Thoraxmuskulatur freigegeben wird. Im ersten Falle bleibt der Thorax länger in der Inspirationsstellung stehen, während das Zwerchfell aufwärts steigt, im zweiten Falle verharret das Zwerchfell nach dem Beginn der Stimmgebung in der Einatemstellung, während der gehobene Brustkorb sich langsam senkt. R. S c h i l l i n g führt dazu den röntgenologischen Nachweis.

3.2.1.4.6 Paradoxe Atembewegungen

Im gewissen Sinne eine "Übertreibung der Atemstütze" stellt die paradoxe Atembewegung dar, bei welcher nicht ein Teil, Bauch oder Brust, für eine gewisse Zeit in Ruhe bleibt, sondern eine dem anderen Teil gegensinnige Bewegung ausführt. Paradoxe Brustbewegung demnach ist eine Erweiterung des Thoraxumfanges bei der Expiration

(entsprechend gibt es eine paradoxe Bauchbewegung) bzw. eine Verringerung des Thoraxumfanges bei der Inspiration.

Der erste Hinweis auf paradoxe Atembewegungen findet sich bei S e w a l l und P o l l a r d (1890). Schon 1878 gibt M o s s o teilweise die Erklärung dafür.

3.2.1.5 Hörreize

Inwieweit Hörreize den Atemablauf beeinflussen, ist eingangs beschrieben.

3.2.2 Die Phonation der Normalhörenden, Glottographie

1957 gibt F a b r e eine Methode der Aufzeichnung von Stimmlippenbewegungen an, welche später von E. L o e b e l l und B a l k modifiziert wird und bei unseren Messungen zur Anwendung kommt. Eine ausführliche Beschreibung der Stimmlippenbewegungen und deren Registrierverfahren folgt auf S. 51.

G u t z m a n n findet bei Rednern das Auftreten "perverser Aktionen" der Glottis bei tiefer Inspiration, gemeint ist damit wohl eine Annäherung der Stimmlippen aneinander im Gegensatz zu dem erwarteten Auseinanderweichen.

Nach v a n M i c h l erkennt man den Glottisschluß an einem plateauartigen Verlauf der Kurve (vgl. ebenfalls E. L o e b e l l). "Dieser Kurventeil kann mehr oder weniger ansteigen. Selten erscheint er in zwei Abschnitten geteilt. Manchmal sieht man auch beim Normalen eine Kurve mit zwei Gipfeln" (zitiert nach L u c h s i n g e r). Die Maxima der Glottisöffnung bzw. -schließung bleiben bei der Respiration nur eine sehr kurze Zeit bestehen. Dabei ist nach F a b r e das Maximum der Glottisöffnung mit dem Maximum der Thoraxerweiterung zeitgleich.

3.2.2.1 Theorien der Stimmerzeugung

Für das Zustandekommen der Stimmlippenbewegungen bei der Phonation gibt es im wesentlichen zwei Theorien der Stimmerzeugung: Die klassische muskulo-elastische und die von H u s s o n aufgestellt neuro-chronaxische Theorie, welche jedoch nur teilweise zur Klärung der Vorgänge beitragen. Eine allgemeine Darstellung gibt L u c h s i n g e r :

"Die Entstehung des Tones im Kehlkopf kann also heute folgendermaßen betrachtet werden: der Kehlkopf wird als selbstgesteuertes Vibrationssystem angesehen, das einen Dämpfungsfaktor hat und durch den Druck unterhalb der Stimmritzen in erzwungener Schwingung gehalten wird. Die Luft unterhalb der Stimmritzen unterliegt Druckschwankungen zu Beginn und am Ende jeder Schwingung, entsprechend dem Öffnen und Schließen der Stimmlippen. Veränderungen der Stimmlippenstellungen werden durch die vom Nervensystem (Recurrensfunktion) gesteuerte wachsende Spannung und Starrheit des Stimmlippenmuskels für die hohen und höchsten Töne zustande gebracht."

Eine Zusammenfassung über die Theorien der Stimmerzeugung und die Problematik der Untersuchungsmethoden gibt L u c h s i n g e r. Über die Frage, ob es Stimmlippenbewegungen im Bereich der Tonfrequenz gibt, ohne daß ein Ton abgestrahlt wird, gehen die Meinungen auseinander (F r ü h , L u c h s i n g e r , H. L o e b e l l).

3.2.2.2 Stimmeinsatz und Stimmabsatz

Der Beginn der Stimmlippenbewegungen bei der Phonation wird als Stimmeinsatz bezeichnet. Man unterscheidet drei charakteristische Arten:

1) Den gehauchten Stimmeinsatz, wobei sich die Stimmlippen einander nähern, ohne sich jedoch vollständig zu berühren. Bei dieser Art geht ein Hauchgeräusch

der stimmhaften Phonation unmittelbar voraus.

2) Den festen oder harten Stimmeinsatz, bei dem die Glottis vor der Phonation fest geschlossen ist und durch einen erhöhten subglottischen Druck bei der willkürlichen Glottisöffnung ein mehr oder weniger starker Knall (Coup de glotte, Glottisschlag) hörbar wird.

3) Den leisen oder weichen Stimmeinsatz, der charakterisiert ist durch eine langsame Annäherung der Stimmlippen mit gleichzeitig einsetzender und an Intensität zunehmender Phonation, wie dies besonders bei Äußerungen der Freude und Bewunderung zum Ausdruck kommt. (Luchsinger, Schilling, Gutzmann, Nadoleczny, Lullies, Fernau-Horn).

E. Loebl unterscheidet nach Beobachtungen der respiratorischen Glottographie mit der von uns angewendeten Methode Sonderformen des Stimmeinsatzes, die vom normalen weichen oder harten Stimmeinsatz abweichen. So findet sich noch ein hyperkinetischer Stimmeinsatz, bei dem der Glottisschluß noch schneller erfolgt als beim harten Stimmeinsatz und ein hypokinetischer Stimmeinsatz, bei dem der Glottisschluß sehr langsam, mitunter auch in zwei Phasen erfolgt. Oft wird der Glottisschluß (gemeint ist damit die größte Annäherung der Stimmbänder) dabei erst während der Phonation erreicht. Beim biphasischen Glottisschluß treten dabei immer aperiodische Schwingungen der phonatorischen Glottographie sowie Amplitudenschwankungen auf.

Pancelli-Calzia (1916) beschreibt noch den gepreßten Einsatz, bei dem die Stimmlippen in ihrer ganzen Tiefe aneinander gepreßt sind, und der vor allem in der semitischen (arabischen) Sprache vorkommt.

J. Seeman ist es gelungen, durch Klangaufnahmen mit dem Frank'schen Apparat nachzuweisen, daß die

Sprengrung des Stimmlippenverschlusses beim harten Stimmeinsatz (spiritus lenis) 1/100 bis 1/60 Sek. vorausgeht, während der Hauchlaut beim gehauchten Stimmeinsatz ca. 1/4 Sek. andauert.

R. S c h i l l i n g ist der Meinung, daß der feste Einsatz erst erlernt werden muß.

Den Luftverbrauch bei Stimmeinsätzen messen verschiedene Autoren und kommen zu gelegentlich voneinander abweichenden Ergebnissen. H ü l s e und E d i t h finden mit Hilfe des W e t h l o 'schen Atemvolumeter, daß der Luftverbrauch in der Reihenfolge gehaucht, gepreßt, weich und hart abnimmt. Dagegen mißt R e t h i aufgrund besonderer Versuchsanordnung den 1,5 bis 2fachen Luftverbrauch beim harten gegenüber dem weichen Stimmeinsatz.

Die Änderung der Stimmfrequenz bei verschiedenen Stimmeinsätzen untersucht P a r c z i n s k i.

Entsprechend den Stimmeinsätzen gibt es bei der Phonation drei Arten des Stimmabsetzens:

1) Das gehauchte Absetzen:

Die Stimmritzen öffnen sich am Ende der Phonation und hörbar wird ein sich anschließendes Atemgeräusch.

2) Das feste Absetzen mit einem festen Glottisschluß.

3) Das weiche Absetzen:

Der Ton klingt mit dem Abnehmen des subglottischen Druckes allmählich aus (L u c h s i n g e r).

S c h i l l i n g schreibt:

"Unter Einstellbewegung beim Singen sind zu verstehen: Bewegungen der Atemmuskulatur und des Kehlkopfs vor der Intonation, welche auf die Hervorbringung bestimmter Gesangsklänge hinzielen (N a d o l e c z n y). An den Atemkurven erscheinen sie als kleine Zacken am Anfang der Ausatmung ähnlich wie beim stummen, kurzen Stimmlippenschluß."

3.2.2.3 Inneres Sprechen

Über das innere Singen schreibt N a d o l e c z n y :
"Entsprechend dem Stimmeinsatz und Stimmabsatz macht der Kehlkopf nämlich Einstell- und Abstellbewegungen. Die Einstellbewegungen treten oft schon beim lebhaften Vorstellen von Gesangstönen, beim "inneren Singen" auf und sind bei ungeschulten Stimmen meist größer als bei geschulten." (Vgl. T r u m m l e r).
"Sie beginnen etwa 0,1 bis 0,4 sec. vor dem Erklängen der Stimme und enden oft erst ebenso lang nach dem Beginn der Phonation."

Die Atemfrequenz nimmt bei innerlichem Sprechen und Lesen wie auch beim phonetischen Sprechen meist zu. Die Erklärung dafür wird darin gesehen, daß sich die Person nicht im eigentlichen Ruhezustand befindet.

Kehlkopfbewegungen beim stillen Lesen nimmt erstmals C u r t i s auf.

F a a b o r g - A n d e r s e n und E d f e l d t untersuchen mit elektromyographischen Methoden die elektrische Aktivität beim "stummen Sprechen".

O r l e o n berichtet über experimentelle Untersuchungen der motorischen Reaktion von Hand- und Fußextensoren auf Musik. T r u m m l e r untersucht die Beeinflussung des Kehlkopfes durch das Gehör. Bei der gleichen, auch von uns verwendeten Technik zur Registrierung von Stimmlippenschwingungen folgt nach einer mehr oder weniger langen Phase der psychischen Erregung (inneres Sprechen) die "innere Ruhe", kenntlich an wellenförmigen, sanften Glottisbewegungen.

S a b o u r a n d und G r e m y finden Stimmbandbewegungen:

- 1) In manchen Fällen auch vor der Tonemission.

- 2) Auch nach Aufhören des Tones.

- 3) Wenn sich die Versuchsperson zu sprechen anschickt, aber die Äußerung im letzten Moment unterdrückt (Deutung als neuromuskulärer Vorgang).

Ebenfalls können Greiner, Isch und Lafon elektromyographische Potentialeffekte in der Kehlkopfmuskulatur bei unausgesprochenen Lauten feststellen.

3.2.3 Die Artikulation der Normalhörenden

Im Rahmen unserer Untersuchungen mit dem Doppelaerometer nach Svend Smith kann die Funktion des velopalatinalen Verschlusses überprüft werden. Bei allen oralen Lauten ist das Gaumensegel gehoben und verschließt den Nasen- und Epipharynxraum gegenüber der phonatorischen Expirationsluft. Bei den Nasal-lauten 'm', 'n' und 'ng' wiederum ist das Gaumensegel gesenkt, dabei wird der Luftstrom durch die Nase geleitet, da gleichzeitig der Mundraum an irgendeiner Stelle geschlossen gehalten wird (Arnold). Im Gegensatz dazu ist physiologischerweise der velopalatinale Verschluss bei 's' und 'u' besonders fest. Eine ausführliche Beschreibung über die Bildung der einzelnen Laute gibt O. v. Essen.

H. Gutzmann findet Näseln bei vielen Menschen, also auch bei normal sprechenden Personen, besonders bei den Vokalen 'a', weniger bei 'e' und 'o'. Schwer zu näseln sind 'i' und 'u'.

3.3. Pathologische Atmung im speziellen Hinblick auf Taube und Schwerhörige

Bei den sog. Taubstummen finden wesentliche Unterschiede der Atmung u.a. Gutzmann, Stern und Partke.

3.3.1 Die pathologische Atmung

3.3.1.1 Ruheatmung - Atemfrequenz - Sprechatmung

Arnold schreibt über die Sprechatmung der Taub-

stummen: Die phonetische Atmung ist nicht mit den Sprechbewegungen koordiniert, die Inspiration erfolge zu häufig, der Luftwechsel sei zu groß, die Atemkurven seien unregelmäßig und weichen vom normalen Verhalten der physiologischen Sprechatmung erheblich ab. Diese Veränderungen hängen von der Entstehungszeit, der Dauer und dem Grad der Hörstörung ab.

S o k o l o w s k y gibt an, daß bei "Taubstummen" eine vermehrte Frequenz der Inspiration beim Sprechen stattfände. Bei "taubstummen" Kindern zwischen 5 und 9 Jahren findet P o i l l u c i eine Atemfrequenz von 25 bis 30 pro Minute (gemessen mit dem G u t z - m a n n 'schen Pneumographen und dem Thoraxpneumographen nach B a g l i o n i). Eine Atemfrequenz von 22 in Ruhe findet H a n s e n (1927) bei stotternden Schulkindern im Alter von 8 bis 15 Jahren, bei der Sprechatmung 15,3, beim Zählen 7,3, beim Lesen 21. O. B r a n k e l beobachtet, daß taube männliche Versuchspersonen beim lauten Lesen eine um 30 %, und weibliche Versuchspersonen eine um 75 % höhere Anzahl von Atemzügen gegenüber normal hörenden Versuchspersonen aufweisen.

"Während bei Hörenden das Atemhubvolumen steigt und die Atemfrequenz abnimmt, liegen die Verhältnisse bei Tauben genau umgekehrt". Das Atemminutenvolumen nimmt bei beiden beim Sprechen ab.

"Der Gaswechsel ist bei Normalhörenden während der Ruhe und während des Sprechens unterschiedlos. Beim Tauben sinkt der Sauerstoffverbrauch während des Sprechens um etwa 1/4 des Ruhewertes" (zitiert nach L u c h s i n g e r).

Dies müßte zwangsläufig zu einer Dyspnoe führen, welche die Atmung, z.B. im Hinblick auf die Atemfrequenz beim Sprechen, nach den Gesetzen der Atemphysiologie (vgl. R h e i n - S c h n e i d e r) verändert.

Eine Verringerung der Atemfrequenz während des Hervorbringens von Vokalklängen findet S c u r i bei Taubstummen, dagegen eine Erhöhung der Atemfrequenz beim Lesen von Standardsätzen.

Am Schluß seiner Betrachtungen über den Atemtyp, den Synchronismus von Brust- und Bauchatmung sowie die Atemfrequenz kommt H a n s e n zu dem Ergebnis, daß sich die somit gefundenen Meßwerte, soweit zu dieser Zeit Vergleichswerte vorlagen, von stotternden Kindern nicht eindeutig von den normalen unterscheiden. Zu einer völlig ungestörten Ruheatmung der Stotterer bekennt sich auch L u c h s i n g e r .

3.3.1.2 Atemquotient

Die Mehrzahl der Autoren ist der Meinung, daß die für normal Hörende geltenden Werte von "Taubstummen" nur sehr unvollkommen eingehalten werden, besonders was die Sprechatmung betrifft.

3.3.1.3 Bauch- und Brustatmung, A- und Synchronismus

Eingehend befaßt sich G u t z m a n (1908) mit der Bauch- und Brustatmung der "Taubstummen" sowie einiger anderer Sprachstörungen. Er ist der Meinung, daß zur vollständigen Erkennung fehlerhafter Bewegungen bei Sprachstörungen die Registrierung sowohl der Brust- als auch der Bauchatmung gleichzeitig notwendig sei. Er verwendet Gürtelpneumographen und kommt u.a. zu folgenden Ergebnissen:

"Der normale Asynchronismus der Sprechatmung ist häufig aufgehoben bei Aphasie, Stotterern, Taubstummheit, dagegen nicht bei Patienten mit Gaumendefekten".

"Die Sprechinspirationsbewegung ist bei Patienten mit Sprachfehlern weit steiler als bei normalen Verhältnissen, ausgenommen sind nur die Taubstummen."

Auch findet er bei "Taubstummen" Spasmen der Muskulatur, deutlich an den Unterbrechungen der gleichmäßigen Atembewegungen.

Er beschreibt einen Fall genauer, bei dem "während der Zeit, wo die abdominale Kurve die starke Ausatmungsbewegung zeigt, macht die thorakale Kurve manchmal In-, manchmal Expirationsbewegungen, und zwar so unregelmäßig, daß sich nur ab und zu an dem Mittelpunkt der Kurven gleichsinnige Bewegung einstellt."

Daraus wird gefolgert, daß ungleiche Verlaufsrichtungen von Bauch- und Brustkurve, nach unserer Bezeichnung paradoxe Bewegungen, wohl für eine Koordinationschwäche sprechen. Die Atmung der "Taubstummen" ist nach I m r e sehr unregelmäßig; die Bauchatmung fehlt oder ist mit der Brustatmung nicht synchronisiert. Die Atemkurven zeigen ein ähnliches Bild wie bei Stotterern. Atemhaldedauer und Tonhaldedauer liegen zwischen 5 und 12 sec. (normal 20 bis 30 sec.). Entgegengesetzte Bewegungen der Bauch- und Brustkurven finden bei Stotterern T r a v i s und E d w a r d, Unregelmäßigkeiten der Atembewegungen ebenfalls P o i l l u - c i und S c u r i bei ähnlicher Versuchsanordnung. Im Sinne G u t z m a n n 's sind auch die Ergebnisse von R. S c h i l l i n g, was den Synchronismus der Sprechatmung bei taubstummen Kindern, als auch bei kortikaler motorischer Aphasie und bei Stotterern betrifft. Während der Phonationsatmung kommt es häufig zu einem Zerfall der Koordination von Brust- und Bauchkurven. Dagegen beschreibt H a n s e n bei stotternden Schulkindern, ebenfalls mit Gürtelpneumographen gemessen, einen Asynchronismus in der Ruheatmung in 50 %, bei der maximalen Ventilation in 51 %, beim Zählen in 39 % und beim Lesen in 58 % der Fälle.

G u t z m a n n gibt an, daß anhand der Kurven erkennbar ist, wann ein Patient ertaubt sei, oder ob er sogar taub geboren wurde. Dem widersprechen jedoch die Untersuchungen von B r u n n e r und F r ü h - w a l d, die zwar bestätigen, daß sich die Sprechatmung kongenital "taubstummer" Kinder abnorm verhält, weisen

aber darauf hin, daß es nicht zu seltene Ausnahmen von dieser Regel gibt und die Atemkurven allein kein differentialdiagnostisches Merkmal zwischen kongenitaler und erworbener Taubheit abgeben.

3.3.1.4 Pressen

Als ein typisches Stottersymptom wird das Pressen angesehen. Man versteht darunter im allgemeinen einen mit dem Sprechen im Zusammenhang stehenden Vorgang, bei dem es bei gleichzeitig bestehendem Glottisschluß unter verstärkter Aktivität der Atemmuskeln zu einem für die Sprechatmung unphysiologisch hohen intrathorakalen Druck kommt (A r n o l d, R e i c h a r t).

3.3.1.5 Zwerchfellbewegungen

Stärkere Veränderungen der Atmung bei angeborener Taubheit als bei erworbener findet auch A. M i t r i - n o w i c z (1937) bei der Untersuchung von 100 "taubstummen" Kindern. Auffällig ist bei der Röntgendurchleuchtung, daß sich die beiden Zwerchfellhälften nicht symmetrisch bewegen.

O. B r a n k e l's Röntgenkymogramme der Zwerchfelle zeigen keine wesentliche Abweichung der gutschprechenden Ertaubten von normalhörenden Versuchspersonen. Bei schlechtsprechenden Tauben weist das Zwerchfell im lumbalen Anteil stärkere Verspannungen auf, ferner ist eine Hyperkinese bei der Sprechatmung (Stoßatmungssprechen) nachweisbar. R. S c h i l l i n g findet bei Stotterern in 46 % der Fälle auch bei Ruheatmung Zwerchfellkloni. L u c h s i n g e r ist jedoch der Meinung, daß dies nur für die Sprechatmung zutreffe, nicht jedoch für die Ruheatmung, welche völlig ungestört verlaufe. Bei 2 Stotterern und einem Fall von cerebraler Kinderlähmung beschreibt S c h i l l i n g einen Synchronismus der Sprechatmung, bei dem jedoch die Expiration des Zwerchfells verspätet einsetzt.

3.3.1.6 Costale Atmung - Atemtyp

Untersuchungen des Atemtyps bei "taubstummen" Schülern macht P o i l l u c i und findet im Sitzen ein Vorherrschen des unteren costalen Atemtyps, bei Dyspnoe und in liegender Haltung des oberen costalen und im Stehen wiederum des unteren costalen Atemtyps. Bei Taubgeborenen überwiegt, so S c u r i , der gemischte Atemtyp, bei post partum Ertaubten der abdominale Atemtyp. Mit dem abdominalen Atemtyp findet sich bei seinen Untersuchungen meist eine schlecht geregelte Atmung und eine sehr mangelhafte Sprechleistung. Die Mehrzahl der gut Sprechenden bei denen zugleich die Atmung regelmäßiger verläuft, zeigt den gemischten Atemtyp. Costale Atmung tritt von insgesamt 84 Versuchspersonen nur bei zwei auf, dabei handelt es sich um schlechte Sprecher mit unregelmäßiger Atmung.

3.3.1.7 Atemmißbrauch, Atemvorschub, Atemstütze

Fritz J e s s l e r untersucht die Stimmbildung bei Gehörlosen und findet, daß beim Sprechen zu viel Luft durch die Glottis abströmt, da die Atemstütze fehlt, bzw. die Luft stoßweise ausgeatmet wird. Das Atemvorschieben findet schon G u t z m a n n bei Stotterern und deutet es als Initialbewegung des Sprechens, was eine Variante des Atemmißbrauchs darstellt. F e r n a u - H o r n und R e i c h a r t befassen sich ausführlich mit dem Atemvorschub bei Stotterern, ohne zu einer gemeinsamen Auffassung zu kommen. Die Einatmung erfolgt bei Stotterern während der Rede häufig allein durch die Nase, während sie physiologischerweise durch den Mund oder kombiniert erfolgt.

S c u r i schreibt über Atempausen bei "Taubstummen": Die sehr großen Unregelmäßigkeiten der Atemkurven und das Fehlen der Pausen zwischen den einzelnen Atemzügen beim lauten Lesen verlieren sich, sobald der "Taubstumme" sich dem Instinkt zum Wort überläßt und eine Reihe von sinnlosen, aber mit der Absicht der arti-

kulierenden Verständigung gebildeten, Lauten hervor-
stößt.

3.3.2 Die pathologische Phonation

3.3.2.1 Glottisbewegungen

Luftverschwendung ist für die Atmung sowohl der Stot-
terer als auch der "Taubstummen" charakteristisch.
Dabei werden zudem die feinen Stimmlippen in ihrer
diffizilen Bewegung gestört. Die Bewegungen der Stimm-
lippen bei Stotterern zeigen tonischen Glottisschluß
bzw. klonische Zerteilung der Vokale. A r n o l d
beschreibt die bei Stotterern auftretenden funktionel-
len Stimmlippenbewegungs-Störungen:

a) Eine ständige perverse Aktion der Stimmlippen
mit phonatorischer Öffnung (Aphonie) und respirato-
rischer Verengung (Stridor).

b) Ein dauernder inspiratorischer Stimmritzen-
krampf mit inspiratorischem Stridor bei normaler Ex-
spiration und klarer Stimme.

c) Ein plötzlich auftretender respiratorischer
Glottiskrampf auf neuropathischer Grundlage nach plötz-
lichem Schreck.

d) Vorübergehende Krämpfe der Glottisschließer,
wie sie auch bei der multiplen Sklerose vorkommen.

R e i c h a r t widmet seine Arbeit den Besonderheiten
des Stotterns.

Ausführliche Untersuchungen des Glottogramms nach
F a b r e macht F. G r e m y an taubstummen Schul-
jungen und findet bei etwa der Hälfte der Untersuchten
keine nennenswerten Abweichungen vom normalen Glotto-
gramm, bei dem anderen Teil werden konstante Abweichun-
gen gefunden, die sich wiederum in vier Gruppen unter-
teilen lassen. Der Verfasser deutet die gefundenen
Ergebnisse als einen Beweis gegen die myoelastische
Stimmtheorie.

B r u n n e r und F r ü h w a l d finden bei 60 % der taubstummen Kinder einen unvollkommenen Stimmritzenschluß.

Über die Sprechmotorik bei "Taubstummen" sagt E. K e r n , daß diese um so größer ist, je anspruchsvoller der Text bzw. das Verständnis dafür sei; jedoch wird mit zunehmender Intelligenz bzw. Übung die Motorik geringer. Dem inneren Sprechen der "Taubstummen" schreibt er eine dreifache, verschieden wirkende Rolle zu: eine begleitende, unterstützende und hemmende. Änderungen der Tonhöhe beim "a"-Aushalten weist B a g g e r 1937 bei "Taubstummen" nach. Untersuchungen über das Sprechen von Vokalen machen 1964 A n g e l o c c i und Mitarbeiter.

Untersuchungen von G. L i n d n e r ergeben bei Gehörlosen trotz ihres erheblich langsameren Sprechtempos etwa die gleiche absolute Zeit für die stimmlosen Laute, während die Dauer für die stimmhaften Laute stark verlängert ist. Die Vokaldauer liegt dabei etwa in der Größenordnung für lange Vokale Normalhörender, Unterschiede zwischen kurzen und langen Vokalen entfallen.

3.3.2.2 Stimmeinsatz

Nach R. S c h i l l i n g gebrauchen Taubstumme bekanntlich den harten Stimmeinsatz nicht, sondern müssen ihn erst erlernen. Stotterer haben häufig harten Stimmeinsatz (N a d o l e c z n y).

3.3.3 Die pathologische Artikulation

3.3.3.1 Gaumensegel

I m r e sieht in dem falschen Gebrauch des Gaumensegels und der Zunge eine Ursache der fehlerhaften

Artikulation, die durch unnatürliche und starke Kontraktionen nicht imstande sind, die nötigen feinen Bewegungen zu leisten. Somit ist die so wichtige Modulation des Ansatzrohres mangelhaft. Durch ein Herunterdrücken der Zunge mit einem Spatel gelingt es beispielsweise, die Stimme, den Vokal, mitunter positiv zu beeinflussen. Während normale Kinder an die 5 Silben pro sec. artikulieren, bringen taube bloß 2 Silben pro sec. zusammen. Große Schwierigkeiten haben "Taubstumme" bei der Bildung von Reibe- und Schwinglauten, am besten gelingen Explosivlaute, jedoch nur mit erheblichem Kraftaufwand und übertriebenen Bewegungen der Lippen, Kiefer und Zunge. M c C l u m p h a weist darauf hin, daß die besondere Qualität der Schwerhörigen- bzw. Gehörlosensprache mit der in der Literatur beschriebenen Nasalität in Zusammenhang steht und findet bei seinen Untersuchungen als signifikantes Ergebnis eine Öffnung des Velopharynx während der Silbenintonation, im Gegensatz zu Normalhörenden.

3.3.3.2 Schnalzlaute

Die von R. L i n d n e r nachgewiesenen Schnalzlaute der "Taubstummen" sind ebenfalls ein Zeichen mangelhafter Artikulation. Die echten Schnalzlaute, die bei geschlossenem Kehlkopf in Begleitung von expiratorischen Lauten vorkommen, hat schon C h l a d n i 1824 als Sauglaute erkannt. Taube Kinder bilden Explosiv- und Zischlaute zu Schnalzlauten um. Statt Luftausstoß zeigt sich im Versuch ein Inspirationsstoß, z.B. auf B, T, M, N, S. Schnalzlaute kommen unter den Lallauten auch normaler Kinder vor (K u s s m a u l , H. G u t z m a n n).

4. HAUPTTEIL III

Untersuchungen an Tauben und Schwerhörigen

4.1. Material

Die von uns untersuchten Tauben und Schwerhörigen sind in der Hauptsache Schüler (Jungen) aus der Berufsfachschule für Taube und Schwerhörige in München. Ihr Alter liegt zwischen 14 und 23 Jahren, im Durchschnitt bei 17,5 Jahren.

Die Schule sieht ihre Hauptaufgabe darin, den Schülern berufliche Fähigkeiten zu vermitteln. Ein eigentlicher Sprachunterricht wird nicht mehr durchgeführt. Voraussetzung für die Aufnahme in diese Schule ist der Abschluß einer Gehörlosenschule mit 9 Schuljahren und dem abschließenden Bildungsstand der Volksschule.

Je nach Intelligenz kann unter den Berufen Schuhmacher, Tischler, Schneider und Feinmechaniker gewählt werden.

Ein kleiner Teil der Untersuchten stammt aus der Sprechstunde der Hals-Nasen-Ohren-Poliklinik der Universität München. Fast alle Patienten kommen aus einer bayrischen Schule, so beispielsweise der Landestaubstummenanstalt München oder entsprechenden Schulen in Augsburg, Straubing und Hohenwart. Leider sind, wie sich erst später herausstellte, von den meisten Schülern keine Audiogramme verfügbar, so daß eine Differenzierung nach Hörbereichen unmöglich ist.

4.2 Apparatebeschreibung und Versuchsanordnung

4.2.1 Registriergerät

Als Registriergerät dient ein von der Fa. Fritz Schwarzer in München hergestellter Elektroencephalograph mit 12 Registrierkanälen vom ursprünglichen Typ E 521. Dieses Gerät ist erst durch viele spezifische Umbauten, an die anderen an unser Stimm- und Sprachabteilung ver-

wendeten Geräte angepaßt worden. Die Geschwindigkeit des Registrierpapiers ist in vielen Stufen von 0,75 bis 200 mm pro sec. variierbar. Der Schreiber erreicht eine Frequenz etwa linear bis 230 Hz bei einem Ausschlag von ± 2 cm aus der Nullage heraus. Synchrone Punkte verschiedener Kurven werden auch synchron abgebildet. Wir verwenden eine Papiergeschwindigkeit von 30 mm pro sec.

4.2.2 "Gürtelpneumograph"

In Analogie des von G u t z m a n n (1895) angegebenen und von W e t h l o verbesserten Gürtelpneumographen benutzen wir zur Registrierung der Brust- und Bauchexkursionen je einen Druckschreiber. Diese werden durch Thorax- bzw. Bauchwand umschließende Gummibänder gehalten. Eine Änderung beispielsweise des Thoraxumfanges bei der Atmung bewirkt eine Spannungsänderung des Gummibandes als auch eine Druckänderung des Bandes gegen die Brustwand. Der nun zwischen Gummiband und Brustwand angebrachte Druckfühler registriert die Druckveränderungen als Äquivalent der Änderung des Umfanges. Die Kurven haben nur einen qualitativen Aussagewert, also ob eine Zunahme oder eine Abnahme des Umfanges zum jeweiligen Zeitpunkt vorliegt, nicht dagegen, ob Bauch- oder Brustatmung überwiegt. Der Druckschreiber selbst wird mit Gleichstrom betrieben, was gegenüber dem Wechselstrom praktische Vorteile bietet.

4.2.3 Zwerchfellschlucksonde

Um Aktionspotentiale des Zwerchfellmuskels zu erhalten, wird eine bipolare Schluckelektrode der Fa. Disa verwendet. Sie besteht aus einem 30 mm langen, starren Kunststoffstäbchen von 4 mm Durchmesser, dem Elektrodenkopf, in welchen im Abstand von 21 mm voneinander zwei ringförmige Elektroden eingelassen sind. Dieser hängt an einem 2 m langen, abgeschirmten Kabel

und kann somit den Ösophagus hinabgeschluckt werden. Die Technik des Sondeschluckens entspricht der des Magenschlauchschruckens und ist für die Versuchspersonen der einzige unangenehme Teil des ganzen Registrierungsverfahrens. Der Elektrodenkopf wird so weit hinuntergeschluckt, daß sich bei willkürlich tiefer Atmung möglichst große Ausschläge am Registriergerät zeigen. Dies entspricht bei durchschnittlicher Körpergröße etwa einer Entfernung von weniger als 45 cm von der vorderen Zahnreihe gemessen. Die individuelle Lagerung der Sonde erfolgt dann bei Normalatmung unter weiterer Beobachtung der abgeleiteten Aktionspotentiale. Erst dann wird die Sonde mit einem Leukoplaststreifen an der Wange befestigt. Durch entsprechenden Umbau des Registriergerätes gelangen nur Frequenzen über 80 Hz zur Aufzeichnung, Bewegungsartefakte und die Myographie des Herzens erscheinen daher nur unwesentlich, so der QRS-Komplex meist als schmaler Strich. Auskunft über die Grundzüge der Myographie geben L u c h s i n g e r und B u c h t h a l.

4.2.4 Intercostalableitungen

Die Aktivität der Intercostalmuskeln wird mittels zweier runder Oberflächen Elektroden, sogenannter Pilzelektroden, mit einem Durchmesser von 14 mm ermittelt. Dazu werden die beiden Elektroden mit einer Elektrodenpaste bestrichen und in einem Abstand von ca. 6 cm voneinander im 6. oder 7. ICR mit durchbohrten Pflasterstreifen, ähnlich dem Verfahren der EKG-Überwachung, in der Nähe der vorderen Axillarinie befestigt. Inzwischen stehen dafür moderne Klebeelektroden zur Verfügung. Für diese Ableitungen wird die rechte, wegen der EKG-Potentiale, herzferne Seite verwendet.

Im Bereich der vorderen Axillarlinie und des 6. ICR können ebenfalls sowohl die Musculi intercostales externi als auch interni registriert werden, ohne zu stark von den benachbarten Muskeln, der Brust, des Bauches und dem Musculus latissimus dorsi überlagert zu werden. Wie die Kurven zeigen, scheint auch der musculus serratus laterales keinen wesentlichen Einfluß zu haben. Eine Abschwächung bis Fehlen von Aktionspotentialen ist nach dieser Methode bei adipösen Patienten zu beobachten.

4.2.5 Glottographie

Unter Glottographie versteht man die Aufzeichnung der Stimm lippenbewegungen. Ein entsprechendes Gerät, der Glottograph, wurde 1957 von F a b r e entwickelt und später von B a l k und E . L o e b e l l modifiziert. Die Resultate sind praktisch identisch mit den durch Diaphanoskopie und Stroboskopie Gewonnenen (L u c h s i n g e r). Diese Methode gestattet, die Stimm lippenbewegungen ohne direkte oder indirekte Laryngoskopie durch Anlegen eines hochfrequenten niederspannigen Stromes beidseitig des Schildknorpels oscillographisch zu beobachten (M e n d l). Dazu werden zwei Elektroden, ähnlich den Pilzelektroden bei der Intercostalableitung, hier jedoch mit einem Durchmesser von 2,5 cm, beiderseits der eminentia laryngis, also in Höhe der Glottis, mittels Gummihalsband fixiert. Auch hier werden die Platten zuvor mit einer Elektrodenpaste bestrichen, um den Übergangswiderstand zur Haut gering zu halten. Schließt man nun an diese Platten einen hochfrequenten Wechselstrom an, haben wir es mit dem Phänomen eines Kondensators zu tun, bei dem die Elektroden die beiden Kondensatorplatten und das Medium dazwischen das Dielektrikum bilden. Zu diesem Dielektrikum gehören u.a. auch die Stimmbänder, die als hauptsächliche bewegliche

Teile und als Variable des Dielektrikums anzusehen sind. Stimmlippenbewegungen rufen also eine Änderung der Dielektrizitätsgröße hervor. Somit ändert sich auch der kapazitive Widerstand unseres Kondensators, was wiederum zu einer Modulation unserer hochfrequenten Kondensatorspannung führt. Diese Modulation aufgezeichnet ist der direkte Ausdruck der Stimmlippen-schwingungen.

Langsame Bewegungen meistens der gesamten Stimmlippe treten beispielsweise bei der Atmung auf. So entfernen sich die Stimmlippen im Regelfall bei der Inspiration voneinander, um sich bei der Expiration wieder zu nähern. Diese Bewegungen laufen langsam, fast über die gesamte Inspirations- bzw. Expirationsphase dauernd ab. Im Gegensatz dazu treten bei der stimmhaften Phonation schnelle Bewegungen der Stimmbänder, mitunter nur eines Teiles davon oder gar nur des sog. Schließungsrandes, auf. Beide Bewegungsanteile, die langsamen als auch die schnellen, sind in den glottographischen Impulsen enthalten, können aber durch eine Frequenzweiche getrennt aufgezeichnet werden. Wir erhalten demzufolge eine respiratorische Glottographie, wie sie besonders rein bei der Atmung zu beobachten ist, und eine phonatorische Glottographie vor allem bei anhaltender Phonation eines stimmhaften Lautes. Die Amplitudenhöhe der phonatorischen Glottographie ist ein relatives Maß für die Lautstärke. Besonders schöne Ableitungen zeigen Personen mit schmalen Hälsen und prominentem Kehlkopf, da durch den angenäherten Parallelstand der Platten ein stärkerer kapazitiver Effekt auftritt, im Gegensatz zu adipösen Personen mit breitem Hals (L u c h s i n g e r). Hin und wider kommen gleichmäßige, grobe Schwankungen der respiratorischen Glottographie zur Aufzeichnung, welche EKG-synchron verlaufen und durch den Carotispuls bedingt sind.

"Die veränderliche Glottisöffnungsfläche ist proportional dem Luftstrom durch die Glottis in cm^3 , wie es v a n d e n B e r g bereits 1957 bestimmt und 1962 erneut im Hinblick auf die neurochronaxische Theorie diskutiert hat"(zitiert nach L u c h s i n g e r). Dies trifft jedoch nur zu bei einem annähernd konstant gehaltenen subglottischen Druck, wie er auch von M e n d l während des Sprechens nachgewiesen wird.

4.2.6 Atemmaske

Zur Registrierung der Atemluft, also zur Klärung, ob in einem Moment durch die Nase oder durch den Mund eingeatmet bzw. ausgeatmet wird, benutzen wir das Doppelaerometer nach S v e n d S m i t h . Die aerodynamische Trennung zwischen Nase und Mund mittels einer Gummiplatte stammt von U d d s t r ö m e r. Die Oral-Nasal-Maske wird so aufgesetzt, daß die Trennwand gegen den weichen Teil der Nasolabialfalte drückt und somit abdichtet. Der Maskenraum wird durch einen Gummiring, welcher von der Nasenwurzel über beide Wangen zum Kinn verläuft, begrenzt und verschlossen. Artikulationsbewegungen sind im ausreichenden Maße möglich, jedoch ist die Lippen- und Kieferbewegung leicht behindert. Sowohl der Mund- als auch der Nasenraum der Maske besitzen zwei Ventile nach dem Prinzip der Herzklappen (Aortenklappen), jeweils aber nach zwei Richtungen, für die Inspiration und die Expiration. Je nachdem, wie groß der Luftdurchtritt im Augenblick durch das jeweilige Ventil ist, ist auch die Ventilöffnung verschieden. Die jeweilige Öffnungsfläche wird photometrisch gemessen und als Ausdruck des Luftdurchtritts aufgezeichnet. Für unsere Zwecke genügt eine qualitative Aussage über Inspiration oder Expiration durch Mund bzw. Nase. Diese Methode eignet sich aber auch für quantitative Messungen, wie sie M a r s h a l l vornimmt. Die von einem Atemzug beschriebene Fläche ist proportional der Atemtiefe (T r u m m l e r).

Die Maske ist über ein Stativ an dem Stuhl, auf dem die Versuchsperson während der Messungen sitzt, in 2 Dimensionen variabel angebracht und kann in ihrer endgültigen Lage an der Person gehalten werden. Die Befestigung am Kopf geschieht mittels eines Gummibandes um das Hinterhaupt. Somit ist auch die Person an die Maske und in einer aufrechten Sitzhaltung weitgehend fixiert. Ein Andrücken der Maske mit den Händen an das Gesicht entfällt, dadurch könnten sich Totraumveränderungen ergeben, die als Expirationen bzw. Inspirationen imponieren. Der errechnete Totraum der Maske liegt bei 140 cm^3 (M e n d l).

4.3 Versuchsanordnung

Die Versuchsperson sitzt während des Meß- und Registriervorganges aufrecht auf einem Stuhl, mit dem Gesäß und dem Rücken in Berührung mit der Stuhllehne. Am Kopf ist die Atemmaske befestigt, welche jedoch, da sie an einem Stativ hängt, von dem Patienten nicht getragen werden muß. Sie ist lediglich durch Gummizug an das Gesicht gedrückt. Die Sicht ist zwar dadurch stark behindert, doch kann der Patient nach vorn etwas aufwärts blickend die vorgehaltenen Schrifttafeln mit den Testsätzen leicht erkennen. Einen Einblick in den Registriervorgang hat er jedoch nicht. Auf die Wichtigkeit des Ausschlusses einer etwaigen optischen Kontrolle hat G u t z m a n n hingewiesen. Dies könnte besonders zu einer willkürlichen Steuerung der Brust- und Bauchexkursionen führen.

Um den Hals ist ein Gummiband mit den Platten zur Registrierung sowohl der phonatorischen als auch respiratorischen Glottographie am Kehlkopf befestigt. Ferner halten ein Gummigürtel ein Registriergerät der Atemexkursionen in der Mitte des Thorax und in der Mitte des Abdomens.

An der mittleren rechten Thoraxseite sind die zwei Elektroden zur Aufzeichnung der Interkostalmuskelaktivität in einem Intercostalraum angebracht. Im Munde hat der Patient das Kabel der Schlucksonde zur Registrierung der Zwerchfellaktivität. Dieses wird am Rande der Atemmaske herausgeleitet und durch einen Pflasterstreifen an der Wange fixiert.

Sämtliche so gewonnenen Ergebnisse werden gleichzeitig registriert. Dabei ergibt sich schematisiert folgendes Bild:

In der ersten Linie (1) läuft der Zeitschreiber, die Marken geben Sekundenabstände an. Darunter erscheinen die (2) Brustatmung und ferner die (3) Bauchatmung, wobei eine Zunahme des Brustumfanges mit einem Ansteigen der Brustkurve, eine Zunahme des Bauchumfanges mit einem Absteigen der Bauchkurve verbunden ist. Der Raum zwischen beiden Kurven symbolisiert somit den Füllungszustand der Lunge. Die Kurve (4) registriert die Aktivität der Interkostalmuskeln, die Kurve (5) die des Zwerchfells. Die regelmäßig erscheinenden kurzen Ausschläge entsprechen der R-Zacke des EKG. Frei bleiben Spur (6) und (8). Kurve (7) entspricht der phonatorischen Tätigkeit der Stimmlippen bei stimmhafter Phonation. Kurve (9) zeigt die langsamen und groben Bewegungen der Stimmlippen bei der Atmung an. Dabei bedeutet ein Ansteigen der Kurve von der Nulllinie einen Schließungsvorgang, ein Absteigen der Kurve zur Nulllage einen Öffnungsvorgang. Diese Betrachtung hat rein qualitativ informatorischen Wert für eine jeweilige Öffnungs- oder Schließungsperiode. Gleichhohe Punkte der Kurve müssen jedoch nicht gleichen Graden der Stimmritzenöffnung entsprechen, da, wie schon beschrieben, auch noch die an die Stimmbänder angrenzenden Massen das Bild der respiratorischen Glottgraphie beeinflussen. Ein plateauartiger Gipfel entspricht jedoch im allgemeinen einem Schluß der Stimmlippen, sofern der Schreib-

Bevor die Versuchsperson einen Satz von einer Tafel laut abliest, wird der Text erst zum stillen Lesen gegeben und dann noch vorgesprochen. Dabei kann beobachtet werden, daß das Aussprechen beim ersten Male in der Regel schlechter gelingt als die beiden folgenden Male, was besonders im Bilde der Glottographien und der Expirationsluft deutlich wird. Bei großen Unterschieden werden die Sätze öfter wiederholt.

4.5 Ergebnisse

4.5.1 Atmung

Entsprechend der in der Literatur beschriebenen Unterschiedlichkeiten in der Atmung wollen wir Ruhe- und Sprechatmung gesondert betrachten, dies betrifft die Luftventilation als auch die von uns beobachteten Bewegungen von Bauch und Brust.

4.5.1.1 Ruheatmung

Bei der Betrachtung der Atemkurven fällt auf, daß die Ventilation im Verlauf der Inspiration, sei es nun durch die Nase oder den Mund, gleichmäßiger verläuft als dies bei der Expiration der Fall ist. Die Inspirationskurve zeigt einen raschen Anstieg, gefolgt von einem plateauartigen Verlauf und raschen Abstieg. Der Expirationsverlauf zeigt in den meisten Fällen einen im Anfangsteil liegenden Gipfel, nur bei einigen Versuchspersonen herrscht ein Gipfelpunkt in der Expirationsmitte vor, während wiederum bei anderen die Gipfelpunkte wechseln. Aus einigen Kurven geht hervor, daß zwischen der Ausatmung und der Einatmung eine atemfreie Zeitstrecke liegt. Solche Atempausen (bereits von G u t z m a n n beschrieben) weisen einige Versuchspersonen konstant auf, andere nur vereinzelt, bei den meisten treten sie nicht auf.

Atempausen bei der Ruheatmung zwischen der Inspiration und der Expiration sind bei keinem der Fälle sicher nachweisbar. Von Atempausen zu unterscheiden sind atemfreie Strecken nach der Inspiration vor dem Sprechen, bei denen gerade Verschlußlaute gebildet werden oder harter Stimmeneinsatz erfolgt.

4.5.1.2 Sprechatmung - Ventilation

Die Inspiration vor dem Sprechen erfolgt meist durch die Nase und den Mund gemeinsam. Dabei gibt es jedoch einige Variationsmöglichkeiten bezüglich des zeitlichen Ablaufes.

In der Regel verlaufen Mund- und Nasen-Inspiration synchron, oder die Mundatmung setzt mit deutlicher Verspätung zur Nasenatmung ein, aber auch umgekehrt. Ebenso kommen reine Mund- oder Nasenatmung häufig vor. Die verschiedenen von uns beobachteten anderen Kombinationen treten zahlenmäßig stark zurück und sind in einem Schema zusammengefaßt. (Vgl. S. 93).

In der Literatur wird bei den Schwerhörigen Atemmißbrauch beschrieben, worunter verstanden wird, daß, im Vergleich zu normal Hörenden, zu viel Luft während oder im Zusammenhang mit der Phonation ventiliert wird. Unsere Versuchsanordnung ist nicht so angelegt, quantitative Messungen der Atemvolumina zu machen, obwohl dies mit dem Aerometer nach Smith möglich wäre. Unsere Aussagen sind lediglich qualitativer Art.

Das Sprechen erfolgt nach vorausgegangener Inspiration nach drei verschiedenen Möglichkeiten:

- 1) Die Expirationsluft wird sofort zur Phonation verwendet.

- 2) Es wird zuerst ein Teil Luft abgelassen (LA-Luft-ablassen), danach erfolgt eine kurze Pause der Ventilation und anschließend die Expiration mit Phonation.

3) Es wird Luft wie zur Ruheexpiration ausgeatmet (EX-Expiration), doch setzt plötzlich die Phonation ein.

Die größte Bedeutung kommt bei der abnormen Sprech-
atmung sicherlich der Gruppe 2) zu. Voraussetzung für
eine Beurteilung ist, daß das gesprochene Wort stimm-
haft beginnt. In diese Gruppe fallen auch die weichen
oder gehauchten Stimmeinsätze, bei denen sich ja erst
während der Expiration die Phonation einstellt.
Schwer abzugrenzen ist davon auch die durch die Nase
ausgestoßene Luftmenge beim Schluß des Gaumensegels.
Hinzu zu rechnen sind ebenfalls die mannigfachen Spiel-
arten des Atemvorschubes, welcher jedoch in der Litera-
tur noch nicht so determiniert ist, daß man ihn sicher
von anderen Expirationsstößen vor dem Sprechen ab-
grenzen könnte. Die von F e r n a u - H o r n für den
Atemvorschub geforderte Öffnungsbewegung der Glottis
können wir lediglich bei einer Versuchsperson nach-
weisen, jedoch sind dabei die Zusammenhänge mit den
Glottisbewegungen recht unklar. Es treten zwar bei
Sprechbeginn Glottisöffnungs-Bewegungen auf, der Luft-
ausstoß ist dabei aber nicht wesentlich.
Beim Luftablassen treten auch einige andere Symptome
auf (teilweise kombiniert), die bei der normalen Ruhe-
expiration nicht vorkommen:

- 1) Paradoxe Bauch- oder Brustbewegung .
- 2) Paradoxe Brustbewegung und verstärkte Bauchein-
wärtsbewegung.
- 3) Zwerchfellaktivität.
- 4) Intercostalaktivität.
- 5) Luftablassen tritt häufig auf, jedoch nicht mehr
beim Lesen.

Nach erfolgter Phonation ergeben sich wiederum drei
Möglichkeiten:

- 1) Sofortige neue Inspiration.
- 2) Vorhandene Restluft wird ausgeatmet, bevor die
neue Inspiration erfolgt.

3) Vorhandene Restluft wird unter erheblicher Anstrengung der Brust- und Bauchmuskulatur ausgestoßen, dazu Aktivitäten des Zwerchfells und (oder) der Inter-costalmuskeln.

4.5.1.2.1 Atemmißbrauch, Atemfrequenz, Atemquotient

Als Ausdruck eines Atemmißbrauchs ist wohl die häufige Inspiration beim Sprechen, also eine erhöhte Atemfrequenz, zu werten. Da beim Sprechen eine gewisse Koordinationschwäche der daran beteiligten Muskeln besteht, kann das geforderte sprachliche Produkt nur durch einen erhöhten Luftverbrauch möglich sein, wenn man in der Überlegung davon ausgeht, daß die normale Sprechatmung in der Wahrung eines ökonomischen Prinzips (vgl. S. 27) nur wenig von der Ruheatmung abweicht. Zur Beurteilung, ob die Atmung ökonomisch erfolgt oder nicht, stehen zwei Begriffe zur Verfügung: Atemquotient und Atemfrequenz.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt. Daraus ergibt sich, daß der Atemquotient beim Sprechen (Einatemzeit : Ausatemzeit) gegenüber der Ruheatmung deutlich abnimmt, die Atemfrequenz in den meisten Fällen erheblich steigt, seltener auch sinkt. Wir haben allerdings die Atemzeitquotienten, also den reziproken Wert des Atemquotienten, ermittelt und in einer Tabelle zusammengestellt.

Zum Atemmißbrauch ist auch das stoßweise Ausatmen nach der Phonation zu rechnen, welches unter besonderer Aktivität von Bauch, Zwerchfell oder Inter-costalmuskeln oder kombiniert vorkommt.

4.5.1.3 Bauch- und Brustbewegungen

Die Exkursionen von Bauch und Brust stehen in einem kausalen Zusammenhang mit der Expiration und der Inspiration bei der Ruhe-, Sprech- und tiefen Atmung.

Um zu einer Beurteilung der Richtung dieser Bewegungen zu kommen, beziehen wir uns auf die Phase der Inspiration, wobei generell davon ausgegangen werden kann, daß dabei eine Erweiterung von Brust und Bauch erfolgt.

Aus den Kurven geht dann hervor, daß beispielsweise das Maximum der Brustexkursionen bei der Einatmung schon vor dem Ende der Inspirationsphase, gleichzeitig mit dieser, oder erst danach erreicht wird. Entsprechend wird die Bauchatmung bewertet und der Beginn der Einatmungsphase. Die entsprechenden Maxima oder Minima werden demzufolge zeitlich vor (v), gleich (g) oder nach (n) dem Inspirationsbeginn bzw. -ende erreicht. Es zeigt sich jedoch, daß bei der Beurteilung der einzelnen Versuchspersonen die Kurven nicht immer zum gleichen Zeitpunkt wiederkehrend ihre Extremwerte haben, sondern auch wechseln (w). Die Aussage, z.B. g-n bedeutet lediglich, daß diese Konstellation deutlich überwiegt (vgl. Abb. S. 89).

4.5.1.3.1 Paradoxe Bewegungen

Einige Fälle weichen sehr stark von der Vorstellung ab, daß sowohl die Brustkurve als auch die Bauchkurve bei der Inspiration eine Ausdehnung aufweisen bzw. bei der Expiration eine Verengung. Diese lassen sich nicht in das Schema der zeitlichen Relation einfügen und weisen meist paradoxe (p) Bewegungen von Bauch und Brust auf, gelegentlich auch nur in kurzen zeitlichen Abschnitten.

Als paradoxe Bewegungen möchten wir also bezeichnen, wenn z.B. die Brustkurve in der Inspiration eine Abnahme des Umfanges anzeigt bzw. bei der Expiration eine Zunahme des Umfanges. Dies trifft auch für die Bauchkurve zu.

4.5.1.3.2 Synchronismus und Asynchronismus

Erreichen nun die Extremwerte Bauch- und Brustkurve zur gleichen Zeit ihre Extremwerte, kann man von einem Synchronismus (s) der Bauch- und Brustatmung sprechen.

Dabei ist nicht gesagt, daß sich beide auch synchron zu Beginn und Ende der Inspirationsphase verhalten müssen. Als Asynchronismus (a) bezeichnen wir eine deutliche zeitliche Verschiebung der Extremwerte von Bauch und Brust zueinander.

Bei der Atmung finden sich den obigen Erklärungen zufolge für die Lage der Extremwerte (Minimum - Maximum) ohne Berücksichtigung paradoxer Bewegungen folgende Konstellationen:

Ruheatmung:

Brust			
v-n	g-g, g-n	n-g, n-n	w-v, w-g
Bauch			
v-v	g-v, g-g	n-n	

Sprechatmung:

Brust			
v-g, v-n	g-g, g-n, g-w	n-g, n-n	w-g, w-n, w-w
Bauch			
v-v	g-v, g-g, g-n	n-v, n-g	n-w w-v w-w

Dabei bedeutet beispielsweise Brust v-n, daß die Brusterweiterung schon vor (v) dem eigentlichen Inspirationsbeginn anfängt, und erst nach (n) dem Inspirationsende aufhört.

Die tiefe Atmung weist sehr starke Unregelmäßigkeiten bei den einzelnen Versuchspersonen auf.

Zudem sind paradoxe Bewegungen viel häufiger als bei der Ruheatmung, so daß das Bild zusätzlich verzerrt wird.

Bezüglich des Synchronismus (s) und Asynchronismus (a) von Bauch und Brust ergeben sich folgende Verhältnisse im Vergleich der Ruheatmung (R) zur Sprechatmung (Spr):

R -- Spr	R -- Spr	R -- Spr	R -- Spr
a -- a	s -- a	a -- s	s -- s

4.5.1.3.3 Verstärkte Muskelaktivitäten

Wie schon erwähnt, bietet die Ruheatmung ein gleichförmiges Auf und Ab der Bauch- und Brustkurven, wobei paradoxe Bewegungen über kurze Zeiträume, meist kurz nach dem Inspirationsbeginn, vorkommen können. Ein ähnlich gleichförmiger Bewegungsablauf ist auch bei normal sprechenden Personen während der Sprechatmung zu beobachten. Davon weichen allerdings einige unserer Versuchspersonen erheblich ab, indem die Bauch- und Brustkurven bei der Expiration in Zusammenhang mit der Phonation stark unregelmäßige Bewegungsabläufe zeigen. Dies wird am deutlichsten, wenn es der Versuchsperson gelingt, über längere Zeiträume ohne Inspiration zu sprechen. Die Kurven weisen dann deutliche Einschnitte als Ausdruck verstärkter Muskelbewegungen auf. Als eine Besonderheit davon möchten wir eine Art herausstellen, bei der es nach einer heftigen Einwärtsbewegung bei der Phonation anschließend wieder zu einer Auswärtsbewegung kommt, ohne daß dabei eingeatmet wird. Diese paradoxen Bewegungen können sich während einer phonatorischen Expirationsphase mehrfach wiederholen. Betroffen davon sind sowohl die Brust- als auch Bauchkurve, mitunter begleitet von besonderer Aktivität des Zwerchfells oder (und) der Intercostalmuskeln.

Im einzelnen können verschiedene Möglichkeiten von Muskelaktivitäten im Zusammenhang mit der Phonation beobachtet werden, die teilweise auch kombiniert vorkommen:

- 1) Übertriebene Bauchbewegungen
- 2) Übertriebene Brustbewegungen
- 3) Übertriebene Bauchbewegungen schon vor dem Ende der Inspiration zur Phonation
- 4) Paradoxe Bauchbewegungen

- 5) Paradoxe Brustbewegungen
- 6) Paradoxe Bauch- oder (und) Brustbewegungen vor der Phonation, nach der Phonation (und in den Sprechpausen) übertrieben
- 7) Zwerchfellaktivität
- 8) Intercostalaktivität
- 9) Besondere Bewegungsmuster bei bestimmten Buchstaben, z.B. "s", "t" oder Schnalzlauten.

4.5.1.4 Zwerchfellaktivität

Die Zwerchfellaktivität kann man in Relation zur Atemphase betrachten. Dabei lassen sich folgende Variationen feststellen:

Beim Einatmen in Ruhe:

- 1) Keine Zwerchfellaktivität nachweisbar
- 2) Zwerchfellaktivität gleichzeitig mit der Inspiration beginnend und endend
- 3) Zwerchfellaktivität erst etwa im zweiten Drittel der Inspiration beginnend und in der Mitte der Expiration endend.
- 4) Zwerchfellaktivität nur bei der tiefen Inspiration.

Beim Ausatmen in Ruhe:

- 1) Keine Zwerchfellaktivität nachweisbar
- 2) Zwerchfellaktivität nachweisbar
- 3) Zwerchfellaktivität bei der tiefen Expiration

Beim Sprechen:

- 1) Keine Zwerchfellaktivität nachweisbar
- 2) Zwerchfellaktivität beim Einatmen vor dem Sprechen
- 3) Zwerchfellaktivität während des Sprechens
- 4) Zwerchfellaktivität während des Sprechens und der anschließenden Expiration
- 5) Zwerchfellaktivität während des Sprechens, der anschließenden Expiration und der anschließenden Inspiration
- 6) Zwerchfellaktivität nur beim Sprechen langer Phrasen.

Spontane Zwerchfellaktivitäten (bezeichnet als Zwerchfellkloni, vgl. S. 43), also ohne daß die Zwerchfellaktivitäten in das obige Schema einzufügen wären, treten nicht sicher auf.

Ferner kann Zwerchfellaktivität festgestellt werden bei einzelnen Versuchspersonen:

1) Fast durchgehend beim Sprechen von Sätzen oder beim Lesen, dabei Fortbestehen des Spannungszustandes auch in den Sprechpausen zwischen den Sätzen

2) Verlängert nach der Inspiration unter dem Eindruck des Sprechenwollens (Spontansprache), (vgl. inneres Sprechen)

3) Nur beim Sprechen besonderer schwieriger Sätze, so z.B. "Die Macht..."
(Vgl. auch Zwerchfellaktivitäten in Zusammenhang mit der Bauch- und Brustatmung).

4.5.1.5 Intercostalaktivität

Die Intercostalaktivitäten treten in Beziehung zur Atmung prinzipiell zu den gleichen Anlässen auf wie die Zwerchfellaktivitäten.

Beim Einatmen:

- 1) Keine Intercostalaktivität nachweisbar
- 2) Intercostalaktivität nachweisbar
- 3) Intercostalaktivität nur bei der tiefen Inspiration.

Beim Ausatmen:

- 1) Keine Intercostalaktivität nachweisbar
- 2) Intercostalaktivität nachweisbar
- 3) Intercostalaktivität nur bei der tiefen Expiration.

Beim Sprechen:

- 1) Keine Intercostalaktivität
- 2) Intercostalaktivität beim Einatmen vor dem Sprechen
- 3) Intercostalaktivität während der Phonation
- 4) Intercostalaktivität auch die Phonation überdauernd

5) Intercostalaktivität nur gegen Ende der Phonation

6) Intercostalaktivität bei der Expiration nach der Phonation.

Spontane Intercostalaktivitäten, also ohne in einem erklärbaren Zusammenhang mit dem angeführten Schema zu stehen, treten nicht sicher auf.

Ferner ergeben sich noch andere Kombinationsmöglichkeiten, z.B. : Intercostalaktivität bei der Inspiration (evtl. beim Luftablassen) und beim Sprechen (dazu evtl. Bauchpresse und/oder Zwerchfellaktivität) und evtl. sich anschließende Expiration. Oder es tritt eine Daueraktivität auf bei der Inspiration-beim Sprechen-Inspiration-Sprechen-Expiration während eines Satzes. Die Intercostalaktivität kann evtl. noch in die nachfolgende "Ruheinspiration" hineinreichen.

4.5.2 Phonation

4.5.2.1 Phonatorische Glottographie

Die phonatorische Glottographie zeigt an, wann die Versuchsperson stimmhaft spricht. Dies trifft in der Regel zu für die Vokale und stimmhaften Konsonanten.

4.5.2.1.1 Einstellbewegungen

Der stimmhaften Phonation geht gelegentlich eine Glottiseinstellbewegung voraus, die in der Kurve der phonatorischen Glottographie als kleiner senkrechter Kurvenaus Schlag zu erkennen ist. Die Einstellbewegung liegt im allgemeinen $3,5/5$ bis $1/5$ sec. vor der Phonation und ist meist mit einer Glottisschließungsbewegung (kenntlich an der respiratorischen Glottographie) verbunden.

4.5.2.1.2 Darstellung

Die Schwingungen der phonatorischen Glottographie lassen sich mit unserer Methode gut darstellen, lediglich bei

4 Versuchspersonen zeigt sich kein verwertbares Ergebnis; die Schwingungen werden nur andeutungsweise registriert, so daß eine Beurteilung, wann stimmhaft gesprochen wird, nicht möglich ist. Dabei handelt es sich um Versuchspersonen mit hoher piepsender Stimme. Die phonatorische Glottographie weist bei einzelnen Versuchspersonen sehr starke Unregelmäßigkeiten auf. Bei anderen fällt auf, daß einzelne Vokale oder ganze Worte stimmlos gesprochen werden, oder daß Laute, die im allgemeinen stimmlos gesprochen werden, stimmhaft erscheinen, so z.B. das "b" im Wort "sieben". Normalerweise tritt dabei in der phonatorischen Glottographie eine Lücke auf. Bei einer Versuchsperson (s.S.115) kommt es zu einer Unterbrechung der phonatorischen Glottographie infolge Stimmlippenschlusses, deutlich an der Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie und der Unterbrechung der Ausatemkurve. Auch zeigen sich bei einigen Versuchspersonen aperiodische Schwingungen.

4.5.2.1.3 Vergleich

Bei mehrfachem Aufsagen von Testsätzen oder Vokalen ist ein Vergleich möglich, ob der phoniatische Ablauf jedesmal einheitlich ist oder nicht. Bei unseren Messungen ergibt sich teilweise völlige Gleichheit der Bilder bei einigen Personen, andere hingegen zeigen eine völlige Verschiedenheit und Unregelmäßigkeit. Die dabei auftretenden Störungen sind mannigfaltig und die Ursachen sicher vielschichtig. Das fehlende Gehör trägt wahrscheinlich die Hauptschuld an dem Unvermögen, Gesprochenes zu reproduzieren. Anhand der wenigen vorliegenden Audiogramme und der Einstufung der Versuchspersonen in Taube, Resthörige und Schwerhörige stellt sich keine Signifikanz heraus, etwa derart, daß es Schwerhörigen leichter fallen müßte als Tauben, bei gleichen Testworten gleichartige Bilder der Glottographien zu erstellen.

Dies gelingt auch nicht, wenn man die Personen nach dem Schema Satzgehör-Vokalgehör, nach dem fast alle erfaßt sind, klassifiziert. Es muß allerdings erwähnt werden, daß ein völliges Übereinstimmen der phonatorischen Glottographie auch bei normal Hörenden nicht immer zu finden ist, jedoch scheint die Abweichung nicht dieses Ausmaß zu haben, wie es bei einigen Hörgeschädigten auftritt. Auch werden für einen bestimmten Satz verschiedene Sprechzeiten gebraucht, was das Bild der phonatorischen Glottographie wiederum verändert, außerdem können verschiedene Akzente eine Rolle spielen.

4.5.2.2 Respiratorische Glottographie

Die respiratorischen Glottisbewegungen sind ein Bestandteil nicht nur der Sprechatmung, sondern auch der Ruheatmung.

4.5.2.2.1 Schließungs- und Öffnungsbewegungen

Die Kurven von Normalsprechenden zeigen bei uns, daß die respiratorische Glottographie keinen starren Regeln unterliegt. Das Erscheinungsbild ist sehr vielgestaltig. Im allgemeinen erhält man nicht den Eindruck, daß während der Inspiration die Öffnungsbewegungen, bei der Expiration die Schließungsbewegungen überwiegen. Eine charakteristische Bewegung, die mit der Inspiration beginnt und mit dem Anfang der Expiration endet, kann nicht gefunden werden. Das gleiche gilt auch für die Expirationsphase. Es läßt sich auch keine Aussage machen, ob etwa beispielsweise bei der Ruheatmung die Inspiration mit einer Schließungsbewegung der Glottis, die Inspiration vor dem Sprechen mit einer Öffnungsbewegung einhergeht oder umgekehrt. Am Bilde lediglich der Glottographie läßt sich allein nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die Versuchsperson einatmet, ausatmet oder zum Sprechen Luft holt.

Im ganzen gesehen lassen sich jedoch bei der Ruheatmung in der Inspirationsphase vier Typen unterscheiden:

1) Bei der Inspiration überwiegt deutlich die Öffnungsbewegung.

2) Bei der Inspiration überwiegt deutlich die Schließungsbewegung.

3) Ein Überwiegen ist nicht festzustellen, beide Bewegungen kommen etwa gleichermaßen oft vor.

4) Die Glottis weist wellenförmige Bewegungen auf.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß wellenförmige Bewegungen auch vom Puls der arteria carotis herrühren können. Diese treten jedoch mit einer deutlichen Einförmigkeit und Gleichmäßigkeit auf und verlaufen in einer Abhängigkeit von der R-Zacke des EKG, die sich bei der Zwerchfellschlucksonde zeigt.

Die Gruppen 1 bis 3 lassen auch bei der Inspiration vor dem Sprechen finden.

Im allgemeinen besteht eine Übereinstimmung in der Bewegungsrichtung der respiratorischen Glottographie bei der Ruheinspiration wie auch der Inspiration vor dem Sprechen bei den meisten Versuchspersonen, doch gibt es auch Kombinationen der verschiedenen Möglichkeiten.

4.5.2.2.2 Extremwerte der Kurven

In den Ableitungen der respiratorischen Glottographie kann man zwei charakteristische Punkte feststellen. Einmal den Punkt, an dem die Glottisbewegung von einer Schließungs- in eine Öffnungsbewegung übergeht, in unserem Fall den Gipfelpunkt der Kurve, zum anderen der Übergang von einer Öffnungsbewegung in eine Schließungsbewegung, in unseren Kurven ein Tiefpunkt. Weder bei Normalpersonen, noch bei unseren Versuchspersonen können diese Extremwerte der Kurve mit der Ruhe- oder Tiefatmung, erst recht nicht bei der Sprechatmung, in eine feste Relation gebracht werden.

Es ist zwar ein periodischer Wechsel zu erkennen, jedoch mit keiner starren Bindung an die Atemkurve. Je nach Lage der Umschlagspunkte ergibt sich für die Inspiration ein Überwiegen der Öffnungs- bzw. Schließungsbewegung. Mit der Bezeichnung beispielsweise v-n ist der Kurvenverlauf jedoch noch nicht eindeutig beschrieben, da es sich dabei lediglich um die Lage der Umschlagspunkte handelt und nichts darüber aussagt, ob dabei eine Öffnungs- oder Schließungsbewegung vorliegt. Die Tabelle (S. 89) gibt darüber für jede Versuchsperson Auskunft.

Bei den meisten wechselt die Lage der Extremwerte (w). Sehr häufig findet sich die Konstellation (n-n), bei der der Tiefpunkt der respiratorischen Glottographie nach dem Beginn der Inspiration, das Maximum der respiratorischen Glottographie nach dem Ende der Inspiration liegt. Die Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie überdauert also die Inspiration, die Öffnungsbewegung liegt im Mittelteil der Expiration.

In der Häufigkeit folgt die Konstellation (v-n), wobei das Minimum nach dem Inspirationsbeginn, das Maximum nach dem Inspirationsende, erreicht wird. Ob jetzt bei der Inspiration eine Glottisöffnung oder -schließung vorherrscht, hängt davon ab, wie weit das Minimum dem Ende der Inspiration zugelagert ist.

Bei der Ruheatmung finden sich die Konstellationen (n-n) (v-n) (g-g) (g-n) (v-g).

Eine Übereinstimmung dieser Verhaltensmuster bei Ruhe und bei tiefer Atmung findet sich nur selten, dies sowohl bei Normalen als auch bei unseren Versuchspersonen. Im Prinzip liegen bei der tiefen Atmung die gleichen Variationen vor wie bei der Ruheatmung, zusätzlich noch (n-g) (g-v) (v-v). Die Konstellation (n-v), wobei also beide Umschlagspunkte in der Inspirationsphase liegen, kann nicht beobachtet werden.

Ein eigenartiges Bewegungsmuster der respiratorischen Glottographie zeigt sich mehr oder weniger häufig bei allen Versuchspersonen. Es handelt sich dabei um Schluckbewegungen, also Vertikalbewegungen, die immer in der Expiration erfolgen.

Im Zusammenhang mit der von v a n M i c h l gemachten Feststellung ist zu erwähnen, daß ein plateauartiger Verlauf der respiratorischen Glottographie nicht immer einem völligen Glottisverschluß gleichzusetzen ist. Es ist dies auf keinen Fall, wenn die Atemkurven Zeichen einer Expiration oder Inspiration aufweisen. Zumindest ist dabei ein völliger Glottisschluß nicht möglich. Zum anderen kann ein Glottisschluß, wenn man darunter eine Luftdurchlaßsperre verstehen will, schon bestehen, bevor sich ein Plateau gebildet hat, bzw. auch noch länger bestehen bleiben. Ein Plateau besagt lediglich, daß während dieses Zeitraumes die mit unserer Methode nachgewiesenen Massenbewegungen aufgehört haben, bzw. die Summe der elektrischen Impulse aus Öffnungs-Schließungsbewegungen gleich 0 ist. Plateaubildungen sind demnach grundsätzlich bei allen Öffnungsgraden der Glottis denkbar.

4.5.2.2.3 Stimmeinsätze

Eine Beurteilung der Stimmeinsätze ist ebenfalls anhand der respiratorischen Glottographie möglich, dies jedoch nur im Zusammenhang mit der phonatorischen Glottographie sowie den Atemkurven.

Um eine vergleichbare Beurteilung zu treffen, empfiehlt es sich, jeweils nur die Bildung der Vokale zu betrachten.

Je nachdem, zu welchem Zeitpunkt die Glottis während der Phonation am engsten ist, lassen sich vier Möglichkeiten unterscheiden:

- 1) Glottisgipfel am Anfang der Phonation
- 2) Glottisgipfel am Ende der Phonation

3) Glottisgipfel in der Mitte der Phonation

4) Glottisgipfel wechselnd.

Die Häufigkeit nimmt in der Reihenfolge 4-1-3-2 ab. Beim Sprechen von Wörtern oder Sätzen ist eine Eingliederung in dieses Schema schwieriger, wenn nicht ganz unmöglich.

4.5.2.2.4 Vergleich

Interessant ist die Frage, ob es den Versuchspersonen gelingt, beim Aufsagen gleicher Texte gleiche Verläufe der respiratorischen Glottographie zu erstellen, eine ähnliche Frage wie bei der phonatorischen Glottographie sowie der Atemkurven von Mund und Nase.

Eine Aussage darüber ist auch hier schwierig, da, wie sich auch bei Normalhörenden zeigt, die Phrasen in willkürlich verschieden langen Zeiten gesprochen werden, teilweise auch mit wechselnder Intonation. Bei dieser Beurteilung gibt es fließende Übergänge, doch fallen Personen auf, die gleiche Bilder, und andere, die stark voneinander abweichende Bilder liefern. Im allgemeinen fällt das erstmalige Aufsagen eines Textes am meisten aus der Rolle, was allerdings nicht die Regel ist. Auch gibt es Unterschiede zwischen den verschiedenen Testsätzen. Eine Versuchsperson beispielsweise bildet manche Testsätze übereinstimmend, andere sehr voneinander abweichend.

Ein sehr ungleichmäßiges Bild der respiratorischen Glottographie zeigt ein "taubstummer" Epileptiker (s.S.96), als er sich bemüht, ein etwas langgezogenes "a" zu sprechen. Es kommt zu groben Unregelmäßigkeiten, die sich erst nach einigem Üben verlieren. Auch die phonatorische Glottographie wirkt erst unruhig. Schließlich ergeben sich beim Sprechen des Vokals "a" Beziehungen zwischen den Amplituden der phonatorischen Glottographie und den Öffnungs- und Schließungsbewegungen der respiratorischen Glottographie, welche wiederum, den Luftdurchstrom beeinflusst, kenntlich an der Mundausatemkurve.

Die Ausatemkurve des Mundes folgt der Bewegungsrichtung der unteren, die respiratorische Glottographie der Richtung der oberen Amplitudenumhüllenden der phonatorischen Glottographie. Mit anderen Worten: Ein Schließen der Glottis führt zu einem verminderten Luftdurchstrom, jedoch zu einer Zunahme der Lautstärke, bzw. umgekehrt. Dabei werden evtl. Steuermechanismen vor Augen geführt, die möglicherweise auch bei Normalhörenden bestehen, aber lediglich wegen feinerer Abstimmung nicht evident werden. Die hier beobachtete Tatsache, daß ein Glottisöffnen einen erhöhten Luftdurchstrom zur Folge hat, spricht im gewissen Maße für einen konstanten subglottischen Druck während einer phonatorischen Anstrengung, wie dies M e n d l bei Normalpersonen experimentell nachweist.

An dem Verlauf der respiratorischen Glottographie bei der Ruheatmung läßt sich erkennen, wie spät, in einem Fall nach ca. 50 sec. nach dem Sprechen, eine Beruhigung der anfangs vorhandenen, atemabhängigen Öffnungs- und Schließbewegungen erfolgt. Dabei ist der Zeitpunkt 'Null' gar nicht einmal zu bestimmen. Das zuerst bestehende Auf und Ab der Kurve verliert sich schließlich; übrig bleibt nur noch die Registrierung des Carotispulses. Daraus wird deutlich, wie schwer "echte" Ruheatmung im Wachzustand zu erreichen ist, bzw. Kriterien dafür zu finden sind.

Eine besondere Art grober Regulationsstörungen der respiratorischen Glottographie bietet eine Versuchsperson besonders beim Zählen. Etwa in der Mitte des Sprechens nimmt die Schließbewegung immer mehr zu, bis zum völligen Glottisschluß, kenntlich an der Nulllinie der Ausatemkurve und dem Fehlen der phonatorischen Glottographie; darauf folgt wieder eine Öffnungsbewegung mit phonatorischer Glottographie und Expiration. Bauch-, Brust- und Zwerchfellkurven sind aber unauffällig, es besteht lediglich Intercostalaktivität bei der Phonation. (s.S.67,115)

Völlig undeutbare Glottisbewegungen zeigt eine andere Versuchsperson. Es bestehen keinerlei Beziehungen zur Sprache, lediglich zur Atmung. So ist auch die Sprache völlig unverständlich und piepsend. Beim Zählen sind mitunter keinerlei Einstellbewegungen zu erkennen.(s.S.105)

4.5.3 Artikulation

4.5.3.1 Nasallaute, Nase-Mund-Atmung

Unsere Versuchsanordnung gestattet eine Beurteilung der Verschlusslaute sowohl des oralen als auch des nasal en Sprechens, da die ausgeatmete Luft von Mund und Nase gleichzeitig registriert wird.

Die Bildung der Verschlusslaute "m", "n" und "ng" ist danach zu beurteilen, wie das Verhältnis Nase-zu Mundausatmung während der Phonation ausfällt. Es lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

Bei der ersten werden die Nasallaute "exakt" durch die Nase gesprochen, eine zweite Gruppe läßt zwar überwiegend Nasen-Exspiration erkennen, jedoch nicht immer exakt, teilweise nur andeutungsweise ("gut"). Dies trifft besonders für "ng" zu, was wohl überhaupt die größten Anforderungen an den muskulären Mechanismus des Ansatzrohres stellt. Bei einer dritten Gruppe ist die Bildung von Nasallauten kaum erkennbar, wenn, dann sehr unregelmäßig ("schlecht").

Damit im Zusammenhang zu sehen ist zu dem gleichen Zeitpunkt die Ausatmung durch den Mund. Der Grad der Mundausatmung bei den Nasallauten läßt sich wiederum in drei Gruppen unterteilen:

- 1) Keine Mundausatmung (1)
- 2) Mäßig starke Mundausatmung (4)
- 3) Sehr starke Mundausatmung (7)

(Vgl. Punkt 44. S. 87).

Betrachtet man beide Phänomene gemeinsam, so finden sich folgende drei Hauptkonstellationen bei Nasallauten:

Nase	dazu	Mund	selten	
exakt	---	(1)	3	
gut	---	(4)	1 , 2	6 , 7
schlecht	---	(7)	3 , 4 , 5	6

(Vgl. Punkt 43. S. 87 und Punkt 44. S. 87).

Ferner wird an den Atemkurven deutlich, ob der Patient im allgemeinen und in welchem Grade Mundlaute durch die Nase spricht, ohne jetzt die Verschußlaute zu beachten. Die Messungen sind wiederum nicht quantitativ, sondern nur qualitativ zu beurteilen. Auch hier lassen sich leicht drei Gruppen finden:

1) Keine bis gelegentlich leichte Nasensprache bei den Vokalen "a" und "e", wesentlich weniger bei den Vokalen "i", "o" und "u".

2) Deutliche Nasensprache bei Orallauten überwiegt.

3) Fortwährende Nasensprache, teilweise entsprechen sich Mund- und Nasenkurven.

Erwartungsgemäß besteht eine Korrelation zwischen der Genauigkeit, Nasallaute lediglich durch die Nase zu sprechen (also dabei nicht durch den Mund auszuatmen), und die übrigen Laute jedoch lediglich durch den Mund zu bilden. Dies trifft auch für den umgekehrten Fall zu mit schlechter Bildung der Nasallaute, jedoch in der Regel starker Nasensprache. Von dieser Regel weichen nur zwei Fälle deutlich ab.

4.5.3.2 Vergleich

An den Atemkurven beim Aufsagen gleicher Texte ist ein Vergleich möglich, ob sich die Kurvenbilder entsprechen oder erheblich voneinander abweichen, sowohl bei der Sprechatmung der Nase als auch des Mundes. Es finden sich folgende Konstellationen für Mund : Nase:

Nase	:	1	1	1	4	4	7	7
Mund	:	1	4	7	4	7	4	7

(Vgl. Punkt 41. S. 87).

Das Mißverhältnis der Nase-Mund-Sprechatmung kann soweit gehen, daß einzelne Worte ohne Nasallaute lediglich durch die Nase und überhaupt nicht durch den Mund gesprochen werden. Zwei Versuchspersonen zeigen, daß eine Mundaussatmung erst kurze Zeit nach Auftreten der phonatorischen Glottographie bei der Phonation sichtbar wird.

Im Sinne einer Koordinationsschwäche des Gaumensegels spricht wohl, daß bei der Bildung der reinen Vokale Mund- und Nasenatmung so regellos vor sich gehen, wie bei einigen Versuchspersonen. Manchmal findet sich dabei ein Zusammenhang zwischen den Amplitudenschwankungen der phonatorischen Glottographie und den Ausatemkurven. Einige Versuchspersonen sprechen "b" und "l" durch die Nase. Mitunter wird zur Bildung von Verschlusslauten, z.B. "b" besonders lange Zeit gebraucht. Charakteristisch ist teilweise die Bildung von "s" und "t". Kurze Inspirationszeichen bei Mund und Nase bei bestimmten Buchstaben sind wohl als Schnalzlaute im Sinne der Beschreibung von R. L i n d n e r zu werden. Sie treten auf bei den Buchstaben "b", "r", "d" und "t". Häufig sind dabei besondere Muskelaktivitäten, so z.B. starke Einwärtsbewegung des Bauches oder der Brust, bzw. paradoxe Bauchbewegungen, Intercostalaktivitäten und Zwerchfellaktivitäten zu beobachten.

Manchmal ist zu erkennen, daß stimmhafte Buchstaben am Ende eines Wortes mehrfach wiederholt werden. Dies wird jedoch nur deutlich, wenn diese Buchstaben stimmhaft gesprochen werden, wie das bei "b", "d", "t", "l", "n" und "e" vorkommt, mitunter auch bei "s", "z" und "r". Diese Buchstabenwiederholungen können ohne besondere Muskelaktivitäten vollzogen werden, aber auch mit be-

sonderer Aktivität von Brust- und Bauch-, Zwerchfell- und Intercostalmuskeln. Auch findet sich die Kombination von "r"- und "d"-Schwanz, sowie "t"-, "z"- und "n"-Wiederholung. Bei einzelnen Versuchspersonen kann beobachtet werden, daß sie an manche Worte ein stimmhaftes "e" anhängen, und so beispielsweise statt "Auf und Ab" "Auf-e und-e Ab-e" sprechen.

4.6 Diskussion

Ob sich Bauch- und Brustatmung bei der Ruhe- oder Sprechatmung synchron oder asynchron verhalten, wird von verschiedenen Autoren recht unterschiedlich beurteilt. Es ist wohl anzunehmen, daß die Ursache nicht so sehr am Objekt liegt, als vielmehr an der Deutung der Ergebnisse. Häufig fehlen klare Angaben, ob es sich bei der Beschreibung des jeweiligen Sachverhaltes um Ruhe- oder Sprechatmung handelt, aber auch, ob der Synchronismus bzw. Asynchronismus nun zu Beginn oder am Ende der Inspiration eingehalten wird. Wir versuchen deshalb, die vorliegenden Ergebnisse in unser Schema einzuordnen, um sie mit unseren vergleichen zu können (vgl. S. 94). Synchronismus scheint ein Spezialfall zu sein, unter den vielen individuellen Möglichkeiten, der vom einzelnen Sprecher mehr oder weniger genau eingehalten wird oder auch nicht. Die Beurteilung bei 5 normal hörenden Personen ergibt 3x Asynchronismus und 2x Synchronismus, wobei Ruhe- und Sprechatmung nicht voneinander abweichen. Bei unseren Tauben besteht diese Übereinstimmung auch häufig, jedoch nicht immer (vgl. Tabelle S. 89). In Anlehnung an die von G u t z m a n n und andere Autoren angewandte Methode registrieren wir die Exkursionen von Bauch und Brust; dies schließt aktive und passive Bewegungen ein. Welche Muskeln dabei aktiv mitwirken, läßt sich wohl nur elektromyographisch genau feststellen.

Die Ventilation ist der eigentliche Sinn der Atmung und bietet sich als Bezugsgröße an. Unter dieser Voraussetzung werden die Ergebnisse verschiedener Autoren erst vergleichbar. Die Frage ist nun:

Wie verhalten sich Bauch- und Brustkurve gegenüber der Atemkurve? Sind sie zur Atemkurve synchron, sind sie es auch untereinander. Sind sie dagegen zur Atemkurve asynchron, können sie sowohl synchron also auch asynchron zueinander sein (vgl. Tabelle S. 89).

Bei unseren 53 Versuchspersonen findet sich während der Ruheatmung 30 mal ein Synchronismus und 23 mal ein Asynchronismus, während der Sprechatmung 7 mal Synchronismus und 46 mal Asynchronismus. Dabei gilt als Asynchronismus bereits, wenn die Extremwerte der Bauch- und Brustkurve zu Beginn oder Ende der Inspiration zeitlich getrennt liegen.

S c h i l l i n g stellt die Bauchexkursion in Relation zur Zwerchfellbewegung. Deshalb lassen sich diese Ergebnisse nicht unmittelbar mit unseren vergleichen, auch nicht mit unseren Zwerchfellaktivitäten, die wir elektromyographisch messen. S c h i l l i n g hingegen registriert die aktiven und passiven Bewegungen.

Jedoch finden auch wir häufig einen Asynchronismus des Zwerchfells gegenüber der Bauch- und Brustkurven sowohl bei der Ruhe- als auch bei der Sprechatmung, indem die Zwerchfellaktivitäten von der Inspirationsphase in die Expirationsphase hineinreichen. Die Zwerchfellbewegungen stehen in recht unterschiedlicher zeitlicher Relation zur Atmung, speziell zur Sprechatmung. Es wäre wohl deshalb sinnvoller, die Luftventilation bei der Atmung als konstante Bezugsgröße (0-Zeit) anzusehen und ihr verschiedene Muskelaktivitäten zeitlich zuzuordnen. Zwerchfellbewegungen sind nicht analog zu den Bewegungen der Bauchwand, sondern auch abhängig vom intraabdominellen und -thorakalen Druck. G u t z m a n n beschreibt Spasmen der Muskulatur, deutlich an den Unterbrechungen der gleichmäßigen Atembewegungen, an einer Stelle, wo die Bauchkurve auf gleichem Niveau verharret. Was da

eigentlich unter Spasmen verstanden wird, und welche Muskeln es betrifft, bleibt ungenannt. Man könnte dies als paradoxe Bewegungen auffassen, beispielsweise verursacht durch eine "übertriebene" Atemstütze des Zwerchfells, was ein Einsinken der Bauchwand für diesen Zeitraum beim Sprechen verhindert. Paradoxe Atembewegungen und verstärkte Muskelaktivitäten stehen gewissermaßen in einem Zusammenhang. Paradoxe Bewegungen der Brustkurve können bei Normalpersonen kurz nach der Inspiration vorkommen, also schon in der Expirationsphase, indem sich der Thorax noch etwas erweitert, der Bauchumfang jedoch schon abnimmt. Die Erklärung dazu wäre entweder ein Nachlassen des Zwerchfelltonus mit folgender Erhöhung des intrathorakalen und Verminderung des intraabdominellen Druckes oder die Bauchpresse mit Erhöhung des intraabdominellen und intrathorakalen Druckes ebenfalls ohne Zwerchfellaktivität. Dies entspricht der Ruhe- und Sprechatmung des Normalhörenden, auch wenn dabei paradoxe Bewegungen nicht auftreten. Als pathologisch anzusehen sind allerdings mehrfache paradoxe Bewegungen während ein und derselben Atemphase, wie sie bei einigen Tauben beim Sprechen vorkommen und auch von G u t z m a n n in einem Falle beschrieben sind. Dazu gehören oft Aktivitäten der Intercostalmuskeln und des Zwerchfells, wie sie bei Normalhörenden nicht beobachtet werden. Jedenfalls dokumentiert sich dadurch eine deutliche Abweichung der Sprech- von der Ruheatmung und widerspricht dem Gesetz der ökonomischen Kräfteersparnis.

Verstärkte Muskelaktivitäten treten möglicherweise nur im Gefolge gestörter Stimmlippenbewegungen auf, weil dadurch der gleichmäßige Luftabfluß gestört ist. Es lassen sich zwar noch keine Normen für die Stimmlippenbewegungen angeben, doch können wir an einigen Beispielen ein gewisses Fehlverhalten zeigen. Wie M e n d l bei normalen VP nachweist, herrscht beim Sprechen ein gleichbleibender subglottischer Druck. Diesen zu erhalten, braucht es einen hochempfindlichen Regelmechanis-

mus, der sich wiederum am Gehör orientiert und Einfluß auf die Kehlkopffunktion sowie die Muskelgruppen zur Erzeugung des Anblasdruckes ausübt.

Vergleiche mit einer ähnlich großen Gruppe normalhörender VP liegen nicht vor. Bei Tauben ist mit unserer Methode beim Sprechen eine Vielfalt von Phänomenen nachweisbar. Eine Abgrenzung des Normalen vom Pathologischen ist aus Mangel an vergleichbaren Arbeiten verfrüht. Vergleiche sind lediglich möglich, wo konkrete Zahlen ermittelt werden können, so bei der Atemfrequenz und dem Atemquotienten.

Erstaunlicherweise gelingt es manchen Tauben, beim mehrfachen Sprechen eines Satzes exakt gleich Bilder der respiratorischen Glottographie zu liefern, wobei hingegen die Bilder einiger Normalpersonen sich lediglich sehr ähnlich sind. Eine klare Relation der groben Stimmbandbewegungen zur Atemexkursion des Thorax können wir nicht nachweisen, auch nicht die von F a b r e für den Normalsprechenden beschriebene Koppelung einer maximalen Glottisöffnung mit einer maximalen Thoraxerweiterung bei der Ruheinspiration. Die Sprechzeiten beim Aufsagen eines Textes schwanken bei Tauben mehr als bei Normalhörenden. Stark gestört, wie in der Literatur wiederholt beschrieben, ist die Funktion des Gaumensegels beim Sprechen und reicht von einer leichten Nasalität bei den Vokalen "a" und "e", wie sie auch bei Normalpersonen auftreten kann, bis zu einer völligen Gleichheit von Mund- und Nasenausatmung. Am schlechtesten gelingen die Nasallaute.

Atemvorschieben nach der Definition von F e r n a u - H o r n , wie es bei Stotterern vorkommt, kann nicht sicher gefunden werden. Dagegen wird häufig vor dem Sprechen etwas Luft abgelassen oder regelrecht ausgeatmet. Möglicherweise bringt sich der Taube dadurch in eine für ihn optimale, der sensiblen Kontrolle unterliegende Atemlage.

R e i c h a r t findet bei Stotterern zwar verschiedene Formen von Ausatemstößen vor der Phonation, ein konstanter Zusammenhang zur respiratorischen Glottographie, etwa eine charakteristische Öffnungsbewegung, besteht dabei allerdings nicht. Dies gilt auch für unsere Untersuchungen an Schwerhörigen und Tauben. Daß es sich dabei sicherlich um keine Zufälligkeit handelt, wie sie auch bei Normalpersonen gelegentlich zu beobachten ist, geht daraus hervor, daß eine Reihe von pathologisch zu wertender Muskelaktivitäten vorhanden ist, die bei der Ruheinspiration und bei Normalhörenden nicht auftreten.

Wie T r u m m l e r nachweist, gibt es beim Vorstellen von Gesangsstücken oder Texten, dem sog. inneren Sprechen, im Bereich der respiratorischen Glottographie Stimmlippenbewegungen. Solche Bewegungen sind auch bei Tauben nachweisbar, bloß haben wir dabei nicht klären können, ob es sich dabei um inneres Sprechen oder ein anderes Phänomen handelt. Auffällig ist lediglich, daß bei einzelnen Versuchspersonen diese Glottisbewegungen nur beim Sprechen, bei anderen auch in den Sprechpausen und bei der Ruheatmung auftreten. Hier wird ebenfalls deutlich, wie schwer es ist, echte Ruheatmung zu dokumentieren. Auch zeigen einige unserer Versuchspersonen Zwerchfellaktivitäten, die sicherlich mit dem Sprechenwollen (inneres Sprechen) im Zusammenhang stehen.

Im Bereich der phonatorischen Glottographie treten bei einigen VP hochfrequente Glottisbewegungen (Einstellbewegungen) 0,2 - 0,7 sec. vor der Phonation auf. Ebenso gibt es Abstellbewegungen nach der Phonation. Beide weist T r u m m l e r auch bei Normalpersonen nach (0,1 - 0,4 sec.).

5. Zusammenfassung

Sprechbewegungen von 53 tauben Jugendlichen werden untersucht. Registriert werden dabei die Exkursionen von Bauch und Brust, die Bewegungen der Stimmbänder, die Luftventilation von Mund und Nase getrennt, sowie elektromyographische Ableitungen der mm. intercostales und des Zwerchfells. Es wird eine Übersicht gegeben über die Rolle des Gehörs in bezug auf das Sprechen sowie über die bisherigen experimentellen Untersuchungen von Atmung, Stimmgebung und Lautbildung, soweit dies mit unserer Versuchsanordnung korreliert. Nach Möglichkeit werden die Ergebnisse verglichen sowie eine Vielfalt von Beobachtungen dokumentiert und in Tabellen zusammengefaßt.

6. Legende zur Tabelle S. 89 bis 92

- 1 Nummer der Versuchsperson
- 2 Einteilung nach Hörgruppen
0 - unbekannt
1 - taub
2 - Höreindrücke
3 - Vokalgehör
4 - Wortgehör
5 - Satzgehör
- 3 Atemzeitquotient bei Ruheatmung
- 4 Atemzeitquotient beim Lesen
- 5 Atemzeitquotient beim Sprechen
- 6 Atemfrequenz bei Ruheatmung
- 7 Atemfrequenz beim Sprechen von "a-e-i-o-u"
- 8 Atemfrequenz beim Zählen von "1 bis 10"
- 9 Atemfrequenz beim Sprechen (Antworten auf Fragen)
- 10 Atemfrequenz beim Lesen eines Textes
- 11 Atemfrequenz beim Sprechen des Satzes
"Die Macht der Nacht ist die Angst"
- 12 Vorkommen von Atempausen (AP) bei der Ruheatmung
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - Atempausen vorhanden
2 - keine Atempausen
- 13 Gipfel der Nasenausatemungskurve bei der Ruheatmung
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - Gipfel am Anfang der Expiration
2 - Gipfel in der Mitte der Expiration
3 - Gipfel am Ende der Expiration
4 - Gipfel wechselnd bei der Expiration

14 Maximum bzw. Minimum der Brustexkursion zur Inspiration bei Ruheatmung

15 bei Sprechatmung

16 bei tiefer Atmung

17 Maximum bzw. Minimum der Bauchexkursion zur Inspiration bei Ruheatmung

18 bei Sprechatmung

19 bei tiefer Atmung

p = paradoxes Verhalten der Bauch- oder Brustkurve = Erweiterung in der Inspiration bzw. Einwärtsbewegung bei der Expiration.

20 Vergleich der Exkursion von Bauch und Brust

0 - keine sichere Aussage möglich

1 - Bauch- und Brustatmung sind synchron

2 - Bauch- und Brustatmung sind asynchron
bei der Ruheatmung

21 bei der Sprechatmung

22 bei der tiefen Atmung

23 Stimmeinsätze

0 - keine sichere Aussage möglich

1 - harter Stimmeinsatz ist möglich

2 - weicher Stimmeinsatz

3 - gelegentlich hypokinetischer Stimmeinsatz

24 Die phonatorischen Glottographien beim mehrfachen Auftragen gleicher Texte sind sich

1 - ähnlich

2 - nicht ähnlich

0 - keine sichere Aussage möglich

25 Glottisbewegungen (respiratorische Glottographie) bei der Ruheatmungs-Inspiration vorwiegend

1 - öffnend

2 - schließend

3 - wechselnd

0 - keine sichere Aussage möglich

- 26 Bei der Inspiration vor dem Sprechen vorwiegend
(vgl. 25)
- 27 Glottisbewegungen (respiratorische Gl.) bei der
Phonation überwiegend
- 1 - zuerst rasche Schließungsbewegung, dann
langsame Öffnungsbewegung
 - 2 - zuerst langsame Schließungsbewegung, dann
rasche Öffnungsbewegung
 - 3 - zuerst langsame Schließungsbewegung, dann
langsame Öffnungsbewegung
 - 4 - wechselndes Vorkommen der Möglichkeiten 1 - 3
 - 0 - keine sichere Aussage möglich
- 28 Einstellbewegungen der resp. Gl. und phon. Gl.
vor dem Sprechen
- 1 - vorhanden
 - 2 - nicht vorhanden
- 29 Abstellbewegungen der resp. Gl. und phon. Gl.
nach dem Sprechen
- 1 - vorhanden
 - 2 - nicht vorhanden
- 30 Einstellbewegungen der resp. Gl. und phon. Gl.
bei der Ruheatmung
- 1 - vorhanden
 - 2 - nicht nachweisbar
- 31 Die respiratorischen Glottographien beim mehr-
fachen Aufsagen gleicher Texte sind sich
- 1 - ähnlich
 - 2 - nicht ähnlich
 - 0 - keine sichere Aussage möglich
- 32 Zwerchfellaktivität bei der Inspiration
- 0 - keine sichere Aussage möglich
 - 1 - Zwerchfellaktivität mit der Inspiration be-
ginnend und endend
 - 2 - Zwerchfellaktivität erst etwa im zweiten Drittel
der Inspiration beginnend und erst im ersten

Drittel der nachfolgenden Exspiration endend

- 3 - bei der tiefen Inspiration
- 4 - bei tiefer Inspiration vor dem Sprechen
- 5 - keine Zwerchfellaktivität bei der Inspiration nachweisbar

33 Zwerchfellaktivität bei der Exspiration

- 0 - keine sichere Aussage möglich
- 1 - mit der Inspiration im Zusammenhang stehend
- 2 - keine Zwerchfellaktivität bei der Exspiration nachweisbar
- 3 - bei der tiefen Exspiration
- 4 - bei der Exspiration nach dem Sprechen (+ Pkt.1)
- 5 - Punkt 3 und 4

34 Zwerchfellaktivität beim Sprechen

- 0 - keine sichere Aussage möglich
- 1 - vorhanden
- 2 - nicht vorhanden
- 3 - beim Sprechen längerer Phrasen vorhanden

35 Spontane Zwerchfellaktivitäten

- 0 - keine sichere Aussage möglich
- 1 - vorhanden
- 2 - nicht vorhanden

36 Intercostalaktivität bei der Inspiration

- 0 - keine sichere Aussage möglich
- 1 - vorhanden
- 2 - nicht nachweisbar
- 3 - bei der tiefen Inspiration
- 4 - bei der Inspiration vor dem Sprechen

37 Intercostalaktivität bei der Exspiration

- 0 - keine sichere Aussage möglich
- 1 - vorhanden
- 2 - nicht nachweisbar
- 3 - bei der tiefen Exspiration
- 4 - bei der Exspiration nach dem Sprechen

- 38 Intercostalaktivität beim Sprechen
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - vorhanden
2 - nicht nachweisbar
3 - vorhanden, gegen Ende der Phrase zunehmend
4 - nur gegen Ende der Phrase
- 39 Intercostal- oder Zwerchfellaktivität nach dem Sprechen mit sich öffnender Glottis
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - Intercostalaktivität vorhanden
2 - nicht nachweisbar
3 - Zwerchfellaktivität vorhanden
- 40 Spontane Intercostalaktivitäten
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - vorhanden
2 - nicht nachweisbar
- 41 Vergleich der Ausatemkurven des Mundes beim Sprechen gleicher Phrasen
1 - exakt gleiche Kurven
2 - eher Punkt 1 als Punkt 4
3 - eher Punkt 4 als Punkt 1
4 - mäßige Übereinstimmung der Kurven
5 - eher Punkt 4 als Punkt 7
6 - eher Punkt 7 als Punkt 4
7 - keine Ähnlichkeit der kurven
- 42 Vergleich der Ausatemkurven der Nase beim Sprechen gleicher Phrasen nach Schema 41
- 43 Werden Nasallaute durch die Nase gesprochen
1 - exakt
2 - gut
3 - schlecht
- 44 Werden Nasallaute durch den Mund gesprochen nach Schema 41
1 - nein
4 - mäßig
7 - sehr stark

- 45 Werden Orallaute durch die Nase gesprochen
nach Schema 41
1 - nein
4 - mäßig
7 - sehr stark
- 46 Ausatmen nach dem Sprechen mit verstärkten
Muskelaktivitäten
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - vorhanden
2 - nicht nachweisbar
- 47 Ausatmung zwischen der Inspiration und dem Sprechen
0 - keine sichere Aussage möglich
1 - AV = Atemvorschub
2 - LA = Luftablassen durch den Mund (gelegentlich
durch die Nase)
3 - EX = teilweise Expiration
4 - keine Ausatmung
5 - LA nur durch die Nase
6 - Punkt 2 und 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	1,32	0	3,44	20,6	35,3	40,0	14,9	0	14,3	2	1	g-g	g-w	g-n
2	1	2,22	4,40	5,90	15,3	46,0	41,3	38,7	34,0	70,0	2	1	g-n	n-n	w-w/p
3	1	2,00	0	3,18	21,6	26,6	41,0	21,2	0	10,7	2	1	g-g	g-n/p	g-g
4	4	1,45	4,02	0	26,4	31,6	32,7	0	23,5	13,3	2	1	g-g	w-w	g-g
5	4	1,06	0	6,06	17,2	36,5	40,8	8,4	0	14,2	2	1	g-g	g-n/p	g-g
6	1	1,86	4,70	0	15,7	27,3	46,2	32,5	34,2	53,8	2	4	g-g	w-w/p	w-w/p
7	2	1,97	0	2,70	18,8	35,0	28,8	24,3	0	28,6	2	4	g-g	g-n	n-g
8	2	1,70	4,26	3,17	21,8	22,6	37,7	29,4	25,6	24,0	2	1	g-g	g-g	w-w/p
9	1	1,16	0	3,75	23,0	32,3	36,7	31,6	0	32,7	2	1	g-g	g-g	w-g
10	4	1,57	5,00	2,02	18,8	7,9	15,8	10,9	30,0	13,9	2	1	g-g	g-g	n-g
11	4	1,80	5,70	4,11	19,8	15,4	31,5	12,9	17,7	9,8	2	0	g-g	w-w/p	w-w/p
12	0	1,17	0	3,25	18,0	8,6	22,8	37,0	0	15,5	1	1	g-n	g-n	w-n
13	4	1,90	3,44	0	16,7	21,6	48,6	0	31,5	18,5	2	4	n-n	w-w/p	n-n
14	4	1,24	7,50	6,00	17,8	45,4	19,0	10,6	11,2	21,4	1	1	g-g	g-g	g-n
15	0	1,69	0	3,30	18,5	33,3	35,6	41,8	0	50,5	2	1	g-n	g-n	w-g
16	4	1,64	2,84	0	24,0	30,0	53,5	18,1	0	15,0	0	1	g-n	n-n	w-w
17	4	1,60	5,05	7,30	22,2	37,5	42,8	11,7	27,8	42,0	1	1	w-v	w-n/p	w-w
18	0	0	0	0	20,7	14,3	15,7	10,6	12,9	14,0	2	1	g-g	g-g	g-g
19	1	1,28	0	2,71	20,9	30,0	35,3	30,0	0	46,7	2	1	g-g	v-g	w-w
20	2	1,21	3,97	0	19,0	35,2	31,0	18,7	0	30,0	2	1	g-g	g-g	g-g
21	1	1,86	0	4,70	18,3	27,0	31,4	22,5	0	46,0	2	1	n-n	w-w/p	w-w/p
22	2	0	0	0	0	29,1	41,8	18,8	0	42,3	0	0	g-g	w-w/p	g-g
23	0	1,47	3,88	0	22,3	13,2	35,0	0	36,0	18,8	1	4	g-g	w-w/p	n-n/p
24	2	1,78	4,52	5,58	21,3	27,4	33,8	22,5	32,8	22,0	1	1	g-g	g-g	w-w/p
25	0	0	0	0	32,0	33,3	38,2	33,0	34,4	26,1	2	2	g-g	g-g	g-g
26	1	1,51	4,28	0	26,0	43,0	29,1	20,0	30,0	17,4	2	1	n-n	w-w/p	n-g
27	1	2,52	0	3,33	12,6	32,7	30,0	12,7	0	24,0	2	4	g-g	w-w/p	g-n
28	1	1,51	3,30	2,36	23,0	41,0	48,0	31,5	33,3	59,0	2	1	g-g	w-w/p	w-n/p
29	3	2,00	6,67	5,25	19,0	33,3	31,7	12,0	20,1	9,2	2	1	g-g	g-g	g-g
30	0	1,42	0	0	22,3	29,0	25,4	26,6	0	25,7	2	1	n-g	w-w	n-n
31	1	1,74	2,70	2,76	17,6	40,0	56,5	51,0	47,0	49,5	2	1	g-g	n-n	w-w/p
32	4	1,70	0	4,83	15,9	9,1	30,1	16,9	0	10,7	2	1	g-n	n-n	w-w/p
33	1	1,82	8,10	4,46	23,1	40,0	50,8	21,0	14,3	12,0	2	4	w-g/p	w-w/p	w-w/p
34	1	1,11	0	5,15	15,4	34,4	23,4	35,0	0	36,0	2	4	g-g	n-n/p	n-n
35	2	1,31	3,85	0	20,0	43,0	46,0	0	34,3	47,8	2	1	g-g	n-n	g-g
36	4	1,55	0	7,20	25,2	28,0	25,0	16,4	0	11,1	2	1	n-n	n-n/p	w-n
37	3	1,47	1,52	0	16,4	41,0	45,5	24,7	35,0	27,8	1	1	g-g	w-w/p	w-w/p
38	1	2,60	0	3,09	14,6	27,3	35,3	47,1	0	62,6	1	1	g-g	g-g	g-g

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
g-g	g-v	g-w	1	2	2	1	2	0	3	4	1	1	1	2	5	2	1	2	2	2	3	2	1	4	4	2	5	7	2	4
g-g	v-v	g-w/p	2	2	2	2	2	3	3	4	1	1	1	2	1	4	1	2	3	2	1	2	1	4	4	2	4	4	2	2
g-g	g-g	g-g	1	2	1	2	2	2	3	4	1	1	1	1	2	4	1	2	3	2	2	2	2	1	3	2	3	7	2	2
g-g	w-w	w-w	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	0	1	2	1	2	1	5	4	2	4	1	2	2
g-g	g-v	v-g	1	2	2	2	2	2	3	4	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	4	4	3	4	1	2	6
g-v	g-v	w-w/p	2	2	2	2	0	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	3	2	1	0	2	4	4	3	6	7	2	4
g-g	v-v	n-g/p	1	2	1	2	0	2	1	3	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	3	2	0	1	1	2	4	4	2	4
g-g	n-g/p	w-w/p	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	4	1	2	3	4	1	2	2	3	3	3	5	7	2	3
g-g	g-g/p	g-g	1	1	2	2	1	3	3	3	1	1	1	1	2	4	1	2	2	2	1	3	2	5	5	2	7	7	2	4
g-g	g-g	g-n/p	1	1	1	1	1	3	3	4	1	2	1	1	1	2	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2
g-g	g-v	w-w/p	1	2	2	2	1	3	1	4	1	2	1	2	1	4	1	2	2	4	1	2	2	5	5	2	1	1	2	6
g-v	g-v	w-w	2	2	2	2	2	0	0	4	1	2	1	1	2	4	2	2	3	3	1	2	2	4	4	2	4	1	2	2
n-v	w-w/p	w-w/p	2	2	2	3	2	3	3	4	1	1	1	2	3	2	2	2	3	3	0	2	4	4	3	5	1	2	4	
g-g	g-g/p	g-g	1	1	2	2	2	2	4	1	2	2	1	4	2	3	2	2	2	1	2	2	5	7	1	1	3	2	6	
g-g	g-v	n-g	2	2	2	2	1	3	3	4	2	2	2	3	4	2	2	2	2	1	2	2	1	1	3	6	5	2	2	
v-v	g-v/p	w-w/p	2	2	2	1	2	2	2	4	1	1	1	2	1	4	1	2	2	2	1	2	2	1	4	3	4	2	2	2
g-v	n-w/p	w-w/p	2	2	2	2	1	2	2	4	1	2	2	1	1	4	0	1	3	2	1	2	2	1	1	2	4	1	2	2
g-g	g-g	g-g	1	1	1	1	0	2	2	1	1	2	2	1	0	0	0	0	2	1	4	2	2	1	4	1	1	1	2	2
n-v	v-v/p	g-w	2	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	1	1	4	2	2	1	4	1	1	1	4	7	2	4	4	2	4
g-g	g-v/p	v-w	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	4	1	2	1	1	1	2	2	6	7	2	3	2	1	6
g-v	w-v	w-w/p	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	4	4	2	2
g-g	g-v	g-g	1	2	1	2	2	3	1	4	1	2	1	2	4	1	1	1	3	3	1	1	2	7	7	2	3	1	2	5
g-g	w-w/p	g-v/p	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	2	2	1	2	0	3	3	1	1	1	1	2
g-g	g-n/p	w-w/p	1	2	2	2	1	3	3	4	1	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	2	2	4	4	1	3	1	2	6
g-g	g-v	v-v	1	2	2	2	0	3	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	4	2	4
g-g	w-w/p	n-g	2	2	1	2	2	1	3	4	1	2	2	2	2	5	1	2	3	4	1	2	2	5	7	3	7	1	2	6
g-g	n-v	n-n/p	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	4	1	2	2	1	4	2	1	1	2	2
g-g	g-g	w-n	1	2	2	2	1	3	3	4	1	1	1	2	1	4	1	2	3	1	3	2	2	1	4	2	3	4	2	2
g-g	g-g	w-w	1	1	2	2	2	3	3	4	1	2	1	2	1	4	1	2	4	4	1	1	2	4	4	2	7	7	2	4
g-v	g-g	n-g	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	2	2	3	1	0	7	7	3	5	7	2	6
g-g	g-v	w-w/p	1	2	2	2	2	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	0	1	4	2	7	7	2	3
g-g	w-w/p	w-w/p	2	2	2	2	1	3	1	4	1	2	2	2	3	4	1	2	3	2	1	2	2	4	4	1	1	2	2	4
v-v	v-v	w-w/p	2	2	2	1	1	3	3	4	1	1	1	1	2	1	1	2	2	4	1	1	2	1	4	1	1	4	2	6
g-v	v-v/p	g-w	2	2	2	2	2	1	1	4	1	2	1	2	2	1	2	2	3	4	1	1	1	6	4	3	7	7	2	2
g-g	g-v/p	n-g/p	1	2	2	2	2	2	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	7	7	3	5	7	1	2
g-g	g-v	g-g	2	2	2	2	2	3	1	4	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
g-g	w-w/p	w-w/p	1	2	2	2	0	1	1	0	2	2	2	1	2	1	1	0	2	1	3	2	0	1	2	2	5	7	1	2
v-v	v-v	n-w/p	2	2	2	2	1	2	1	4	1	2	2	1	0	0	0	0	3	2	1	2	2	1	1	2	4	3	2	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
39	1	1,56	0	0	21,0	25,0	22,6	20,5	0	16,0	2	1	g-g	w-w/p	w-w/p
40	1	1,60	6,10	0	17,8	25,6	40,0	0	22,0	47,3	1	1	g-g	g-g	w-n
41	4	1,35	6,83	4,10	21,0	32,3	40,0	17,3	19,7	14,0	1	1	g-g	g-g	w-g
42	1	1,50	0	2,83	15,7	39,0	39,5	16,6	0	21,7	2	4	g-g	w-w/p	w-g
43	1	1,49	4,85	0	15,8	47,6	51,0	30,0	33,8	40,0	1	4	g-g	g-g/p	g-g
44	2	1,40	4,90	4,78	15,7	34,8	47,6	22,9	26,2	12,0	1	1	g-g	g-n	g-g
45	1	1,71	3,83	4,32	16,5	36,6	40,0	33,2	34,5	34,8	2	1	n-g	v-n	n-g
46	0	1,57	0	4,45	15,0	24,8	28,6	16,4	0	8,3	1	1	g-g	w-w/p	g-g/p
47	1	0	0	0	20,6	29,0	37,0	36,8	0	48,8	2	2	v-n/p	v-n/p	w-n
48	2	1,62	0	0	19,7	32,3	32,4	26,7	27,7	20,3	2	1	n-n	n-n	n-n/p
49	0	1,68	0	5,46	39,5	42,9	46,2	26,8	0	33,3	2	1	g-g	w-w	w-g
50	0	0	0	0	20,0	24,5	19,7	12,0	0	13,3	1	2	g-n	n-n/p	g-n
51	1	0	0	2,74	33,3	23,1	31,5	20,5	0	28,2	2	1	g-n	w-w/p	g-w
52	4	1,46	4,82	4,95	21,3	32,0	32,1	14,4	28,0	16,6	1	1	g-g	w-w/p	g-g
53	3	2,23	0	0	13,3	27,0	47,8	14,5	0	23,7	0	0	g-g	w-w	n-n

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
g-g	g-g	g-v	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	0	2	2	3	2	0	7	4	1	1	1	2	6
g-v/p	g-n/p	g-g	2	2	2	3	2	3	3	3	1	1	1	2	1	4	1	1	2	2	2	2	2	4	1	1	1	2	6	
g-g/p	g-g	g-g	1	1	2	2	1	1	3	4	1	1	2	1	1	4	1	2	3	2	1	2	2	4	4	3	7	7	2	3
g-g	w-w/p	g-g/p	1	2	2	2	2	3	3	4	1	2	1	1	2	1	1	2	3	3	1	2	1	4	4	2	4	1	2	4
g-g	v-v/p	w-w/p	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	2	4	4	2	4
g-v	g-v	g-v	2	2	2	2	2	3	3	4	1	2	1	2	1	2	3	2	3	2	3	2	3	3	1	1	1	2	2	
g-v	g-v	g-v/p	2	2	2	2	2	3	3	4	1	2	2	1	3	0	1	0	2	4	1	2	2	4	6	2	5	4	2	2
g-g	v-v	w-w	1	2	2	1	1	3	3	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	2	4
n-v	g-v	g-w	2	2	2	2	1	0	2	0	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
g-g	g-v	g-w	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	5	2	2	2	2	2	3	2	1	7	7	2	6	7	1	2
g-g	w-w	w-g	1	2	1	1	2	2	3	4	1	1	1	2	0	0	0	0	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	4
g-v	v-v	g-n	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2
g-g	g-v	g-w/p	2	2	2	2	0	0	0	0	1	2	1	2	2	1	1	0	1	1	1	0	1	5	7	2	5	7	2	1
g-g	w-w/p	g-g	1	2	1	2	1	3	3	4	1	1	1	1	2	4	1	2	2	2	2	2	2	2	6	2	1	1	2	2
g-g	w-w/p	w-w/p	1	2	2	2	2	2	2	4	1	1	1	2	3	2	3	2	3	4	3	2	2	5	4	3	3	1	2	3

[illegible]

Insp. Exspirat. Insp. Exspirat.

Brust g - g

Bauch g - g

Brust g - g

Bauch g - v

Brust g - g

Bauch v - v

Brust g - v

Bauch g - g

Brust v - v

Bauch g - g

Brust w - g

n - n

g - g

n - g

g - n

v - n

w - v

Bauch g - g

g - v

n - v

v - v

Synchronismus:

Gutzmann: Pathologie der Sprechatmung und "Taubstumme"
Gutzmann und Riegel: Normale Ruheatmung.
Hoffmann: Normale Sprechatmung.
Nadoleczy: Beim Singen (selten).
Schilling: Normale Ruheatmung und Pathologie der Sprechatmung.

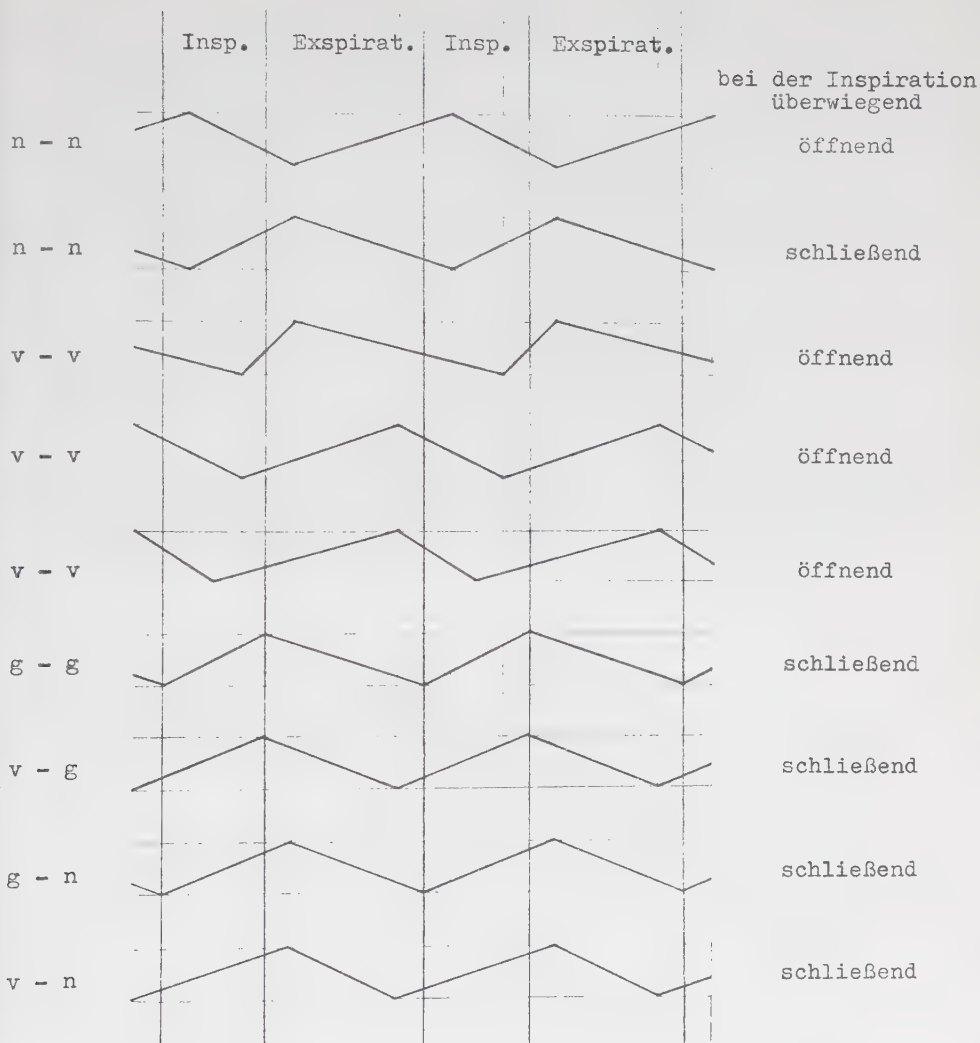
Asynchronismus:

Gutzmann und Hoffmann: Normale Sprech- und Ruheatmung
Mosso: Normale Ruheatmung.
Schilling: Beim Singen und Sprechen.
Nadoleczy: Beim Singen (häufig).

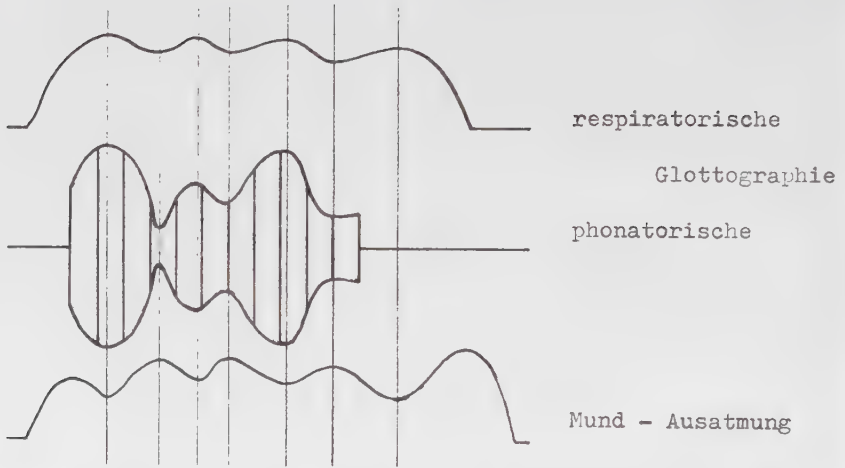
Asynchronismus:

Gutzmann: Normale Ruheatmung (selten).
Hoffmann: Normale Sprechatmung (selten).
Nadoleczy: Beim Singen (selten).

Unsere Ergebnisse bei der Ruheatmung von Tauben und Schwerhörigen.



Einige Beispiele der häufigsten Bewegungsmuster der respiratorischen Glottographie bei der Atmung. Theoretisch sind neun Möglichkeiten gegeben, die aus den drei Variationen zu Beginn und am Ende der Inspiration (jeweils v - g - n) resultieren. Dabei ist jedoch jeweils sowohl eine Öffnungs- als auch eine Schließungsbewegung möglich; oder beide Bewegungen mit unterschiedlichen bzw. gleich großen Anteilen an der Inspiration.



Zusammenhang zwischen respiratorischer und phonatorischer Glottographie sowie der Mund - Ausatmungskurve beim Sprechen des Vokals " a " bei Versuchsperson Nr.30 (vgl. Abb. S.120 rechts u. S. 102).

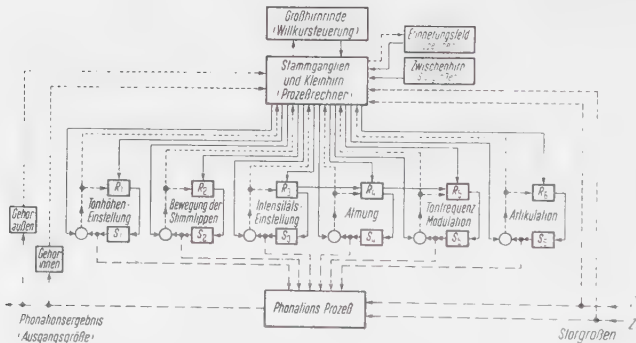


Bild 12. Blockschaltbild der Stimmgebung unter Berücksichtigung der propriozeptiven Regelung.

- R Regler;
- S Regelstrecke;
- Geregelte Eingangsgrößen (phonetische Komponenten), Störgrößen und Ausgangsgrößen (Phonationsergebnis) des Phonationsprozesses;
- Affferente Bahnen (sensible und sensorische Nervenfasern); Regelabweichungen der geregelten Eingangsgrößen, Istwert der Ausgangsgröße des Phonationsprozesses, Meßwerte der Störgrößen;
- Efferente Bahnen (motorische Nervenfasern); Führungsgrößen, Sollwerte und Stellgrößen der Regelkreise für die Eingangsgrößen des Phonationsprozesses.

Legende zu den Abbildungen S. 103 - 120

VP Nr. 47 S. 103

Zwerchfellaktivität im allgemeinen nur bei der Inspiration, aber auch bei LA (Luftablassen) unter dem Einfluß des Sprechewollens (bei der Spontansprache). Brustbewegungen teilweise paradox. Intercostalaktivität beim Sprechen.

VP Nr. 48 S. 104

Intercostalaktivität teilweise durchgehend über "Inspiration-Sprechen-Inspiration", nicht aber bei der Ruheinpiration. Fast identische Ausatemkurven von Mund und Nase beim Sprechen (Nasal- und Orallaute). Zwerchfellaktivität beim Sprechen. Überwiegend Glottisöffnungsbewegung bei der Inspiration vor dem Sprechen.

VP Nr. 51 S. 105

Völlig verschiedene Bilder der phonatorischen und respiratorischen Glottographie sowie der Ausatemkurven bei dem Versuch, den Vokal "a" zu sprechen. AV (Atemvorschub) mit plötzlicher Öffnungsbewegung der respiratorischen Glottographie bei Phonationsbeginn. Intercostalaktivität beim Sprechen und der Inspiration davor und danach. Ein- und Abstellbewegungen der phonatorischen und respiratorischen Glottographie (↑).

VP Nr. 51 S. 106 links

Die Vokale "e-i-o-u" können nicht stimmhaft gebildet werden, es fehlt die phonatorische Glottographie.

VP Nr. 53 S. 107

Zwerchfellaktivität beim Ausatmen nach dem Sprechen und der anschließenden Inspiration vor dem Sprechen. Paradoxe Bauchbewegungen sowohl bei der Inspiration als

auch beim Sprechen. Hohe Atemfrequenz der Sprechatmung mit Ausatmen von Restluft. Vorwiegend Anfangsgipfel der respiratorischen Glottographie bei der Phonation. Einstellbewegungen der phonatorischen und respiratorischen Glottographie (↑). Schlechte Trennung von Nasal- und Orallauten.

VP Nr. 50 S. 108 rechts

Übertriebene Baueinwärtsbewegungen bei LA (Luftablassen), dem Sprechen und beim Ausatmen nach dem Sprechen. Paradoxe Brustbewegungen beim LA und Sprechbeginn. Verstärkte Zwerchfellaktivität bei LA, Sprechbeginn und Ausatmen nach dem Sprechen. Anfangsgipfel der respiratorischen Glottographie beim Sprechen. Keine Nasalität bei "a".

VP Nr. 50 S. 109

Übergang von Tiefatmung zu Ruheatmung. Anfangsgipfel der Ruheinspiration (Nasenatmung). AP (Atempause) nach der Expiration. Anfangs- und Mittelgipfel der Expiration (Nasenatmung). Asynchronismus der Ruheatmung (Brust g-n, Bauch n-v). Starke Zwerchfellaktivität bei der Tiefatmungsinspiration und in die Expirationsphase reichend. Respiratorische Glottographie (g-n): Regellos bei der Tiefinspiration, zunehmende Regelmäßigkeit bei der Ruheatmung.

VP Nr. 50 S. 110

Paradoxe Brustbewegung bei Sprechbeginn. Übertriebene Bauchbewegungen bei Sprechbeginn, beim Sprechen von "t" und beim Ausatmen nach dem Sprechen. Intercostalaktivität beim Sprechen, gegen Ende der Phrase zunehmend. Durchgehende Zwerchfellaktivität bei der Sprechatmung. Vornehmlich Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie bei der Inspiration vor dem Sprechen. Fast gleichbleibendes Sprechtempo mit fast gleichen Kurvenbildern von Brust, Bauch, respiratorischer und phonatorischer Glottographie sowie Mund- und Nasen-

ausatmung. Nasallaute werden lediglich durch die Nase, Orallaute lediglich durch den Mund gesprochen. Auftreten von Schnalzbewegungen (M.in.).

VP Nr. 20 S. 111

Ruheatmung: Asynchronismus (Brust g-g, Bauch v-g), vorwiegend Öffnungsbewegung der respiratorischen Glottographie (v-v). Tiefatmung: Asynchronismus (Brust g-g, Bauch v-g), vorwiegend Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie (n-n). Zwerchfellaktivität bei Inspiration, in die Expiration hineinreichend. Charakteristische Schluckbewegung der respiratorischen Glottographie bei Nasenausatmung. Anfangsgipfel der Ein- und Ausatmung.

VP Nr. 20 S. 112

Spontansprache. LA (Luftablassen) mit Intercostalaktivität. Intercostalaktivität teilweise durchgehend bei der Sprechatmung.

VP Nr. 33 S. 113

Vergleiche Abbildung S. 114 : Kein LA bei Spontansprache.

VP Nr. 33 S. 114

LA (Luftablassen) mit Zwerchfellaktivität und Intercostalaktivität. Durchgehende Intercostalaktivität beim Sprechen und Luftausstoßen danach. Paradoxe Brustbewegung bei Sprechbeginn. Übertriebene Bauchbewegungen beim Sprechen. Nasalität bei "a". Glottiseinstell- und Abstellbewegungen der phonatorischen und respiratorischen Glottographie (↑). Charakteristische Schluckbewegung der respiratorischen Glottographie (Nasenausatmung).

VP Nr. 40 S. 106 rechts

Expiration mit paradoxer Brustbewegung und Zwerchfellaktivität vor dem Sprechen, beim Sprechen paradoxe Bauch-

bewegungen. Durchgehende Zwerchfellaktivität vor, bei und nach dem Sprechen bis in die nachfolgende Inspiration. Intercostalaktivität beim Sprechen. Keine Nasalität. Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie bei der Inspiration vor dem Sprechen.

VP Nr. 7 S. 115

Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie bis zur Unterbrechung der phonatorischen Glottographie und der Ausatemkurven. Mittelgipfel der respiratorischen Glottographie. Gute Bildung der Nasallaute. Hohe Frequenz der Sprechatmung mit Luftausatmen nach dem Sprechen.

VP Nr. 34 S. 116 rechts

LA (Luftablassen) mit übertriebenen Bauch- und paradoxen Brustbewegungen. Intercostalaktivität beim Sprechen. Buchstabenwiederholung auf "t". Nasen- und Mundsprechatmung praktisch identisch.

VP Nr. 38 S. 108 links

Intercostalaktivitäten kommen auf dem Zwerchfellkanal besser heraus, als Beweis, daß der Intercostalkanal informativ genug ist. Normalpersonen zeigen in der Regel beim Sprechen keine Intercostalaktivitäten.

VP Nr. 13 S. 116 links

Paradoxe Brust- und Bauchbewegung vor der Phonation, bei der Phonation reguläres Verhalten von Brust und Bauch, nach der Phonation übertriebene Bauchbewegungen. Intercostalaktivität beim Sprechen. Einstellbewegungen der phonatorischen und respiratorischen Glottographie (↑). Wechselndes Verhalten der respiratorischen Glottographie zur Phonation.

VP Nr. 23 S. 117 links

LA (Luftablassen) und kurze Expirationsstöße der Nase (hervorgerufen durch den Verschluss des Nasenraumes durch den weichen Gaumen), hier nicht sicher voneinander trennbar. LA und Sprechen mit paradoxen Bewegungen von Brust und Bauch, mitunter Ausatmen von Restluft. **Ferner** übertriebene Bewegungen von Brust und Bauch in den Sprechpausen. Durchgehende Intercostalaktivität. Einmal auch Zwerchfellaktivität beim Sprechen ("fünf"). Wechselndes Verhalten der respiratorischen Glottographie bei der Inspiration vor dem Sprechen. Gute Bildung von Oral- und Nasallauten.

VP Nr. 23 S. 117 rechts

Sprechatmung: Intercostalaktivität schon am Ende der Inspiration vor dem Sprechen bis zur Expiration nach dem Sprechen, Brust- und Bauchatmung teilweise paradox oder übertrieben.

Normalatmung: Reguläres Verhalten von Bauch und Brust, keine Intercostalaktivität.

Verschiedene Kurvenverläufe von Brust, respiratorischer und phonatorischer Glottographie sowie der Ausatemkurven beim Aufsagen gleicher Phrasen.

Bildung von Schnalzlauten (M. in.).

VP Nr. 30 S. 118 links

Asynchronismus der Ruheatmung (Brust n-g, Bauch g-g). Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie (v-n) bei der Inspiration. Anfangsgipfel der Nasenein- und Nasenausatmung.

VP Nr. 30 S. 120 links

Asynchronismus der Sprechatmung. Verschiedene Kurvenverläufe der respiratorischen Glottographie, phonato-

rischen Glottographie und Ausatemungskurven, beim mehrfachen Sprechen des Vokals "a" (aperiodisches Schwingungsbild der phonatorischen Glottographie). Nasalität. Glottiseinstellbewegung (↑).

VP Nr. 30 S. 120 rechts

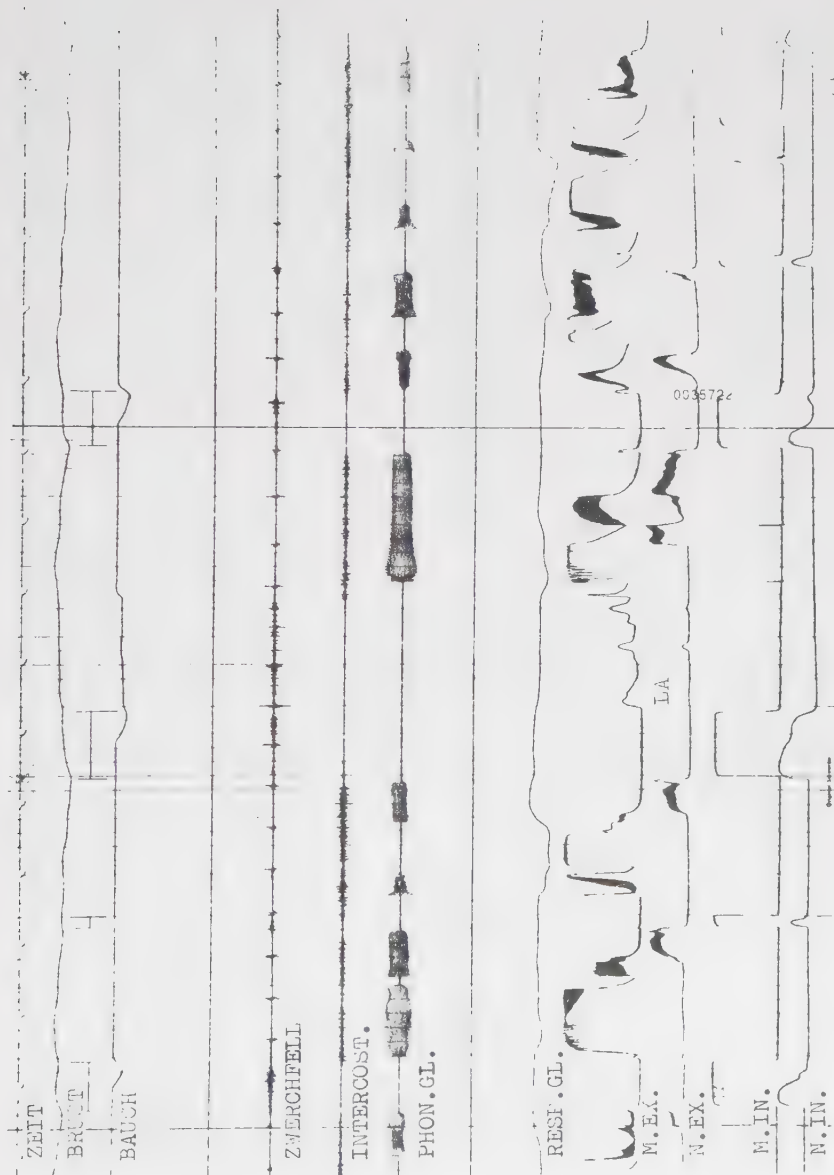
Aperiodisches Schwingungsbild bei der Phonation des Vokals "o", Zusammenhang zwischen den Kurvenverläufen der respiratorischen Glottographie, phonatorischen Glottographie und Nasenausatmung (vgl. Abbildung S. 96).

VP Nr. 30 S. 118 rechts

LA (Luftablassen) mit Intercostalaktivität und übertriebenen Bauchbewegungen. Stark gestörte phonatorische Glottographie bei "vier". Asynchronismus der Sprechatmung.

VP Nr. 30 S. 119

Verschiedene Arten der Luftvergeudung vor dem Sprechen. Vorwiegend Anfangsgipfel der respiratorischen Glottographie beim Sprechen. Vorwiegend Schließungsbewegung der respiratorischen Glottographie bei der Inspiration vor dem Sprechen. Intercostalaktivität beim Sprechen und Ausatmen danach. Zwerchfellaktivität bei der Inspiration vor dem Sprechen. Asynchronismus der Sprechatmung. Einstellbewegungen der phonatorischen und respiratorischen Glottographie (↑). Aperiodisches Schwingungsbild der phonatorischen Glottographie. Fast ausschließlich Sprechen durch die Nase.



ZEIT

BRUST

BAUCH

ZWERCHFELL

INTERCOST.

PHON. GL.
AM ANDEREN

ABEND

EIN E SEL IST MIT SALZ BE LA DEN

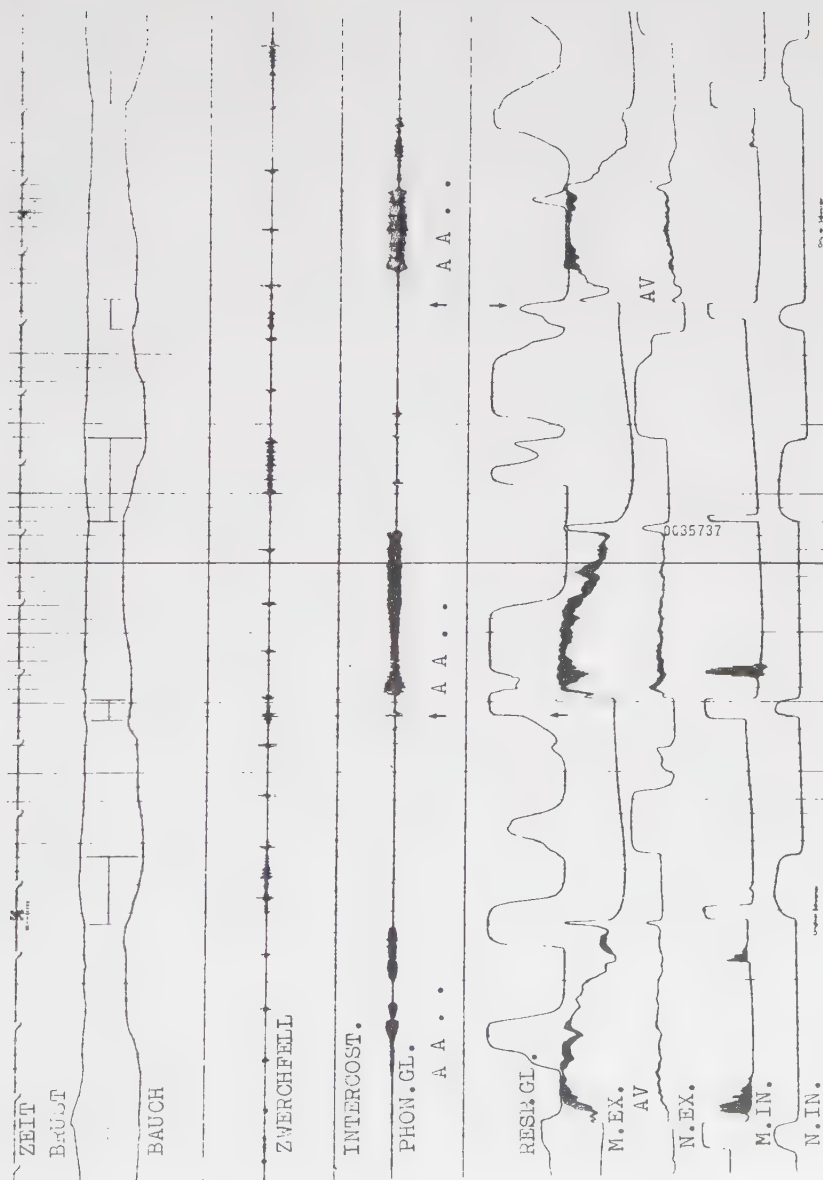
RESP. GL.

M. EX.

N. EX. N N N

F. IN.

N. IN.



THE

PRIST

BAUCH

ZWERCHFELL

INTERCOST.

PHON. GL.

A

(五)

I

○

u

IST ETWAS PASSIERT LORE

RESP. GL.

M. EX.

AV

N. EX.

M. IN.

N. IN.

X
E

003574

ZEIT

BRUST

BAUCH

ZWERCHFELL

INTERCOST.

PHON. GL.

EINS

ZWEI

DREI

VIER

FÜNF

SECHS

SIEBEN

ACHT

NEUN

ZEHN

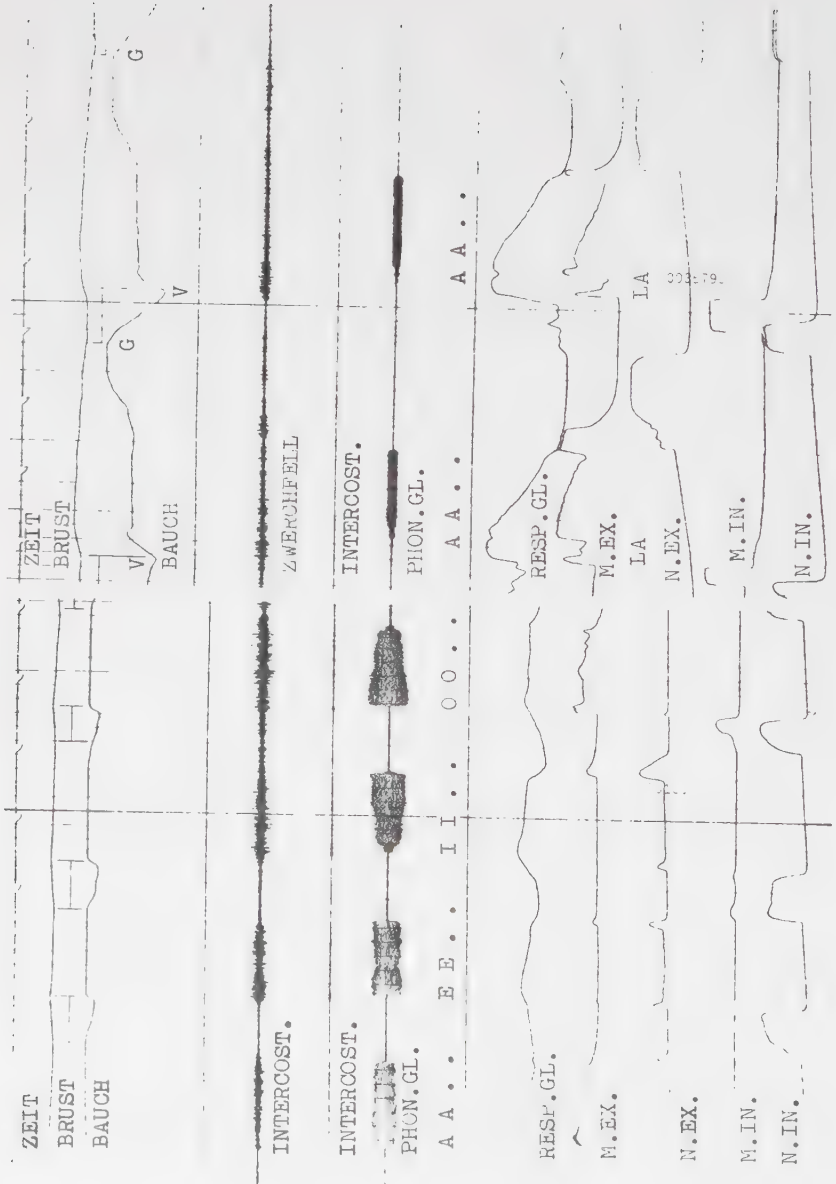
RESP. GL.

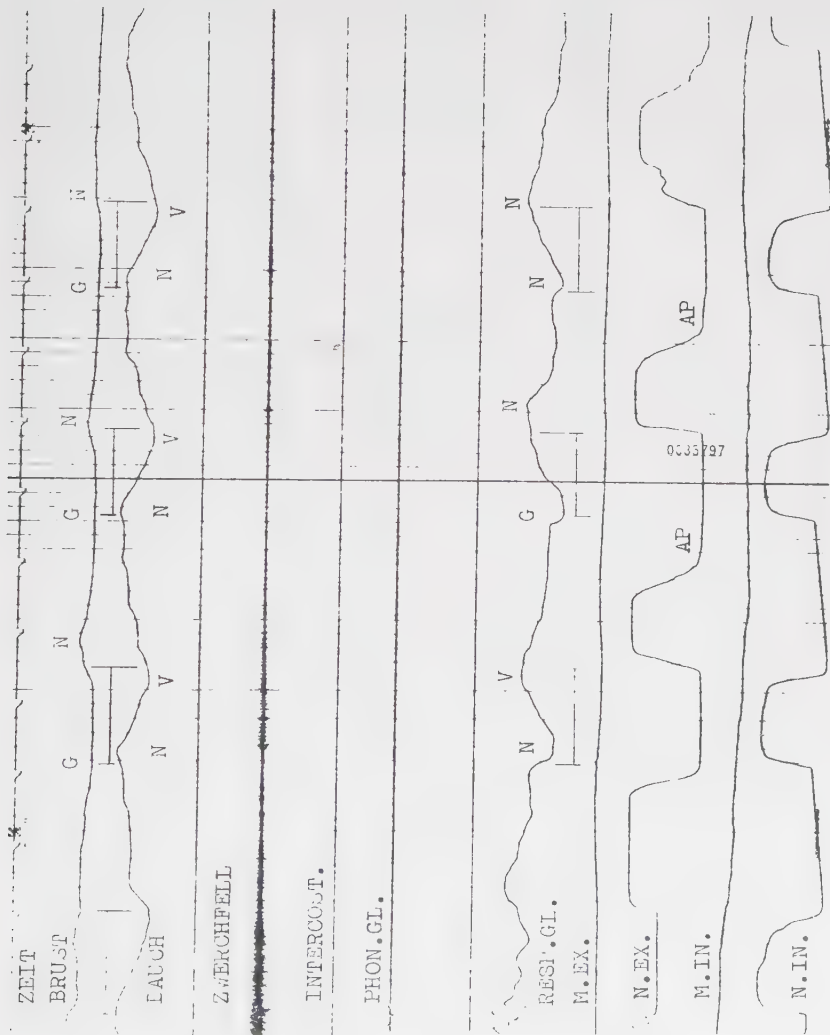
N. EX.

N. EX.

M. IN.

N. IN.







ZEIT

BRUST

BAUCH

ZWERCHFELL

INTERCOST.

PHON. GL.

RESP. GL.

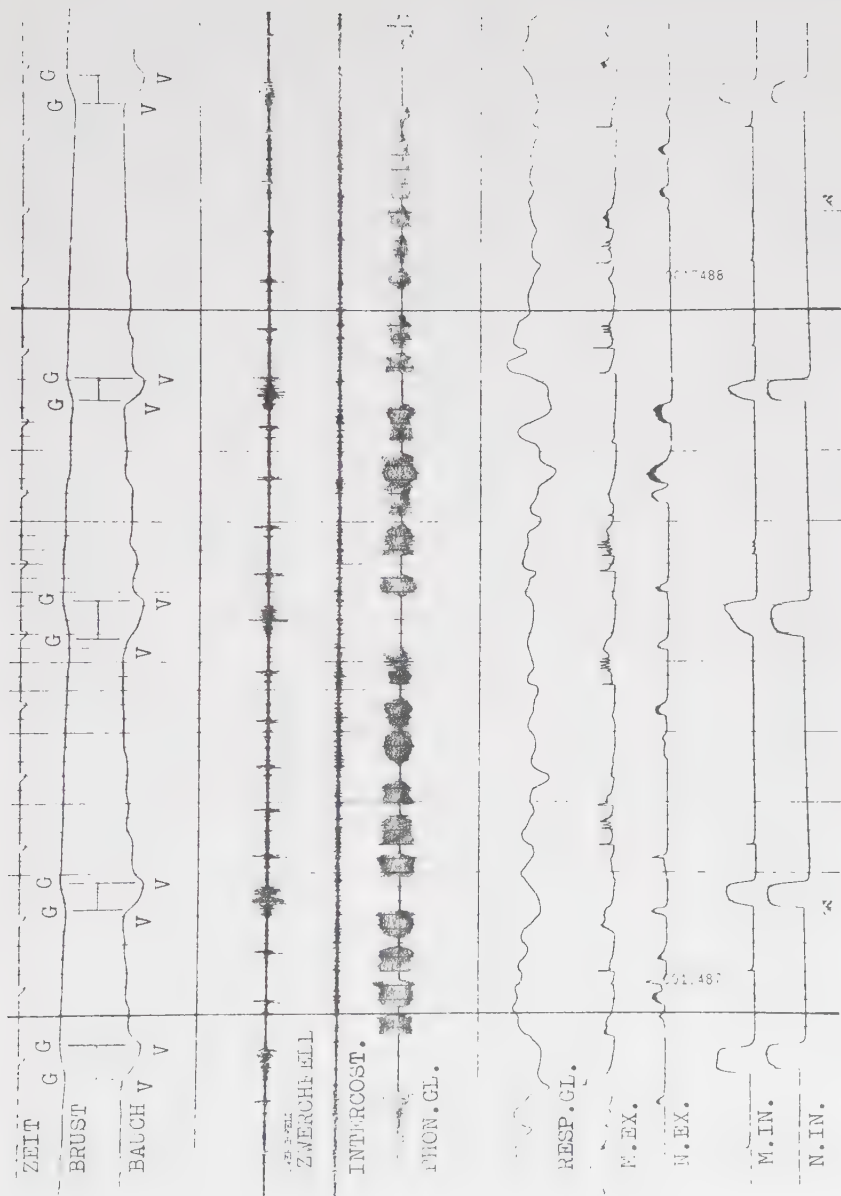
M. EX.

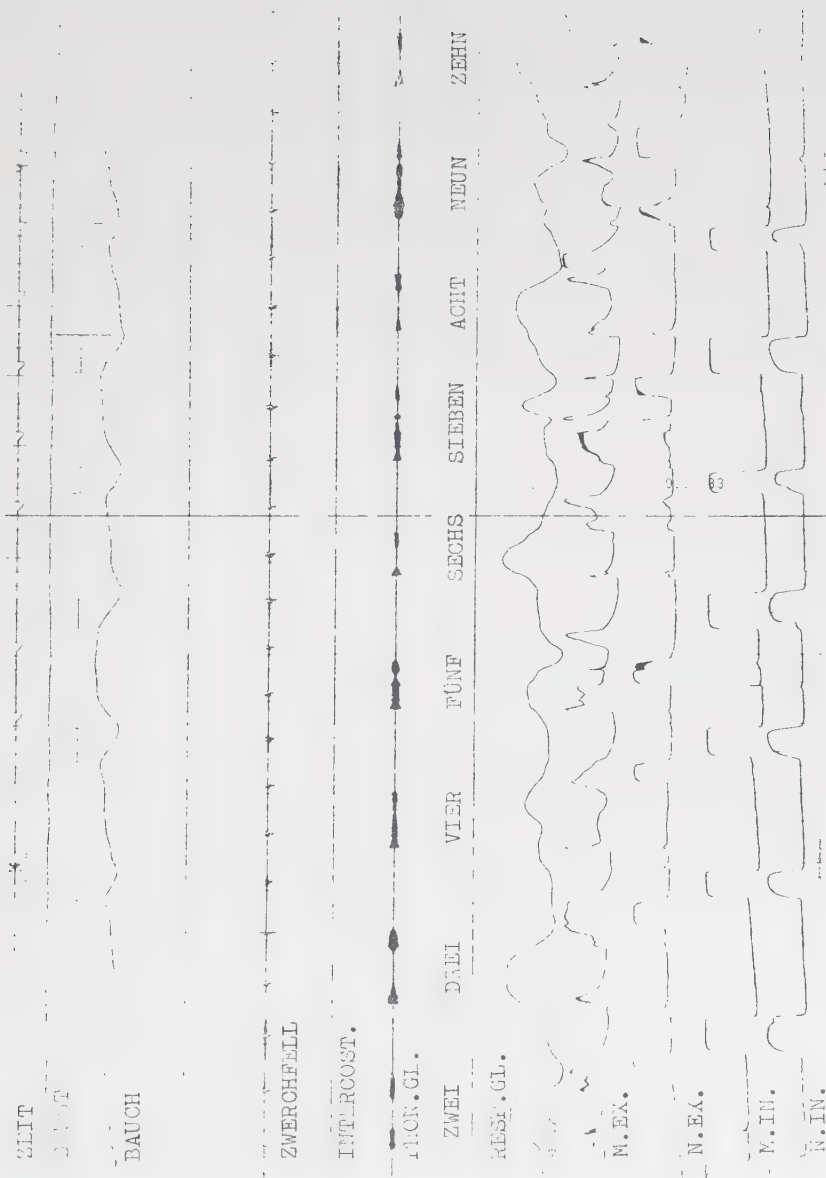
I. A.

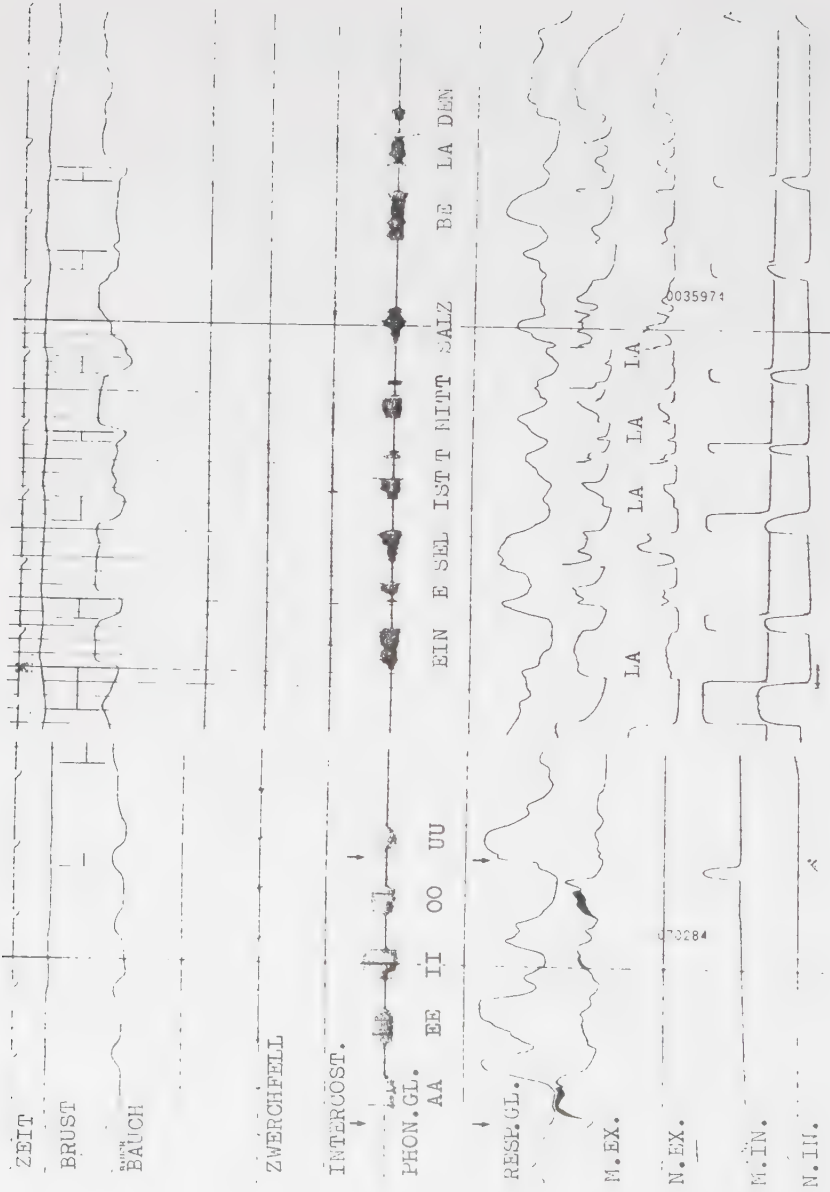
N. EX.

M. IN.

N. IN.







ZEIT
BRUST

BAÜCI:

ZWERCHFELL
INTERCOST.
PHON. GL.

EINS	ZWEI	VIER	SECHS	ACHT	ZEHN
		DREI	FÜNF	SIEBEN	NEUN

IST ETWAS
PASSIERT LORE

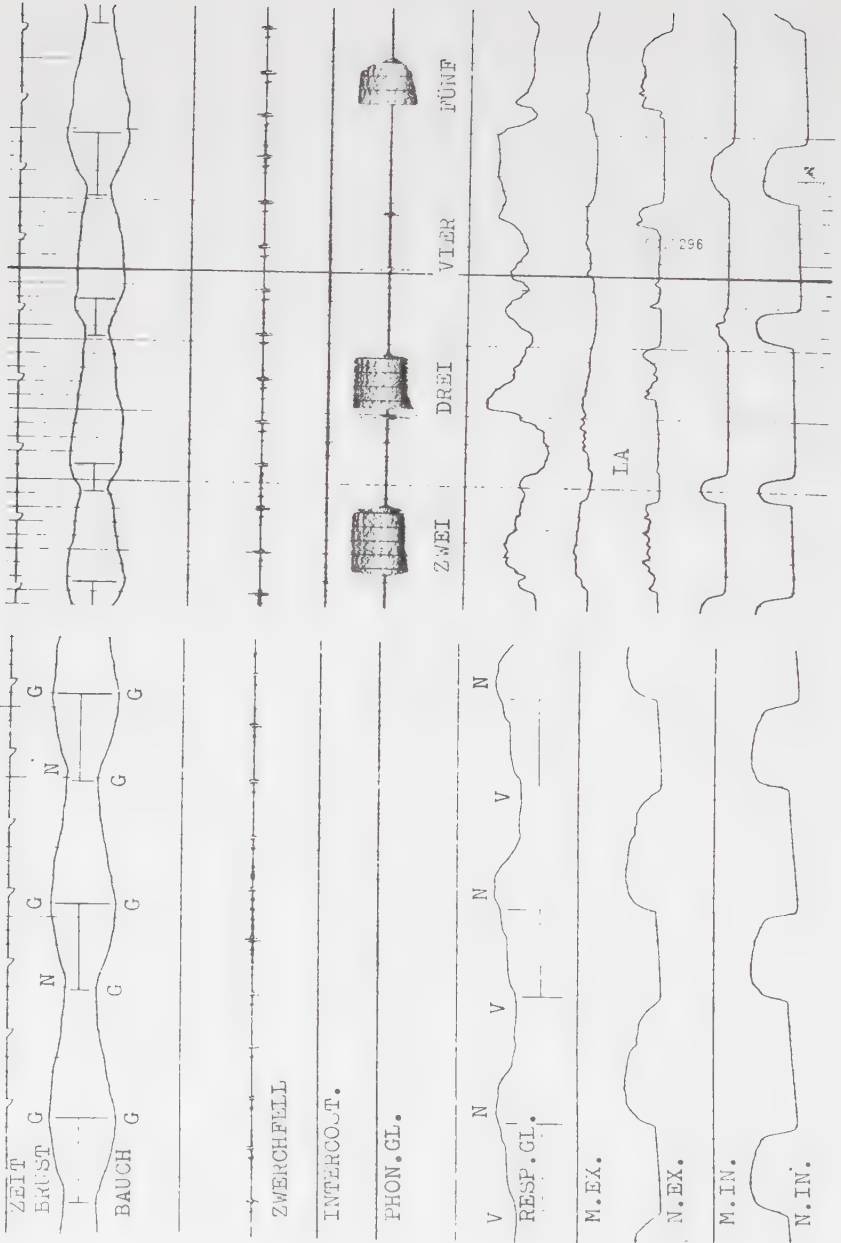
PLIST.GL:

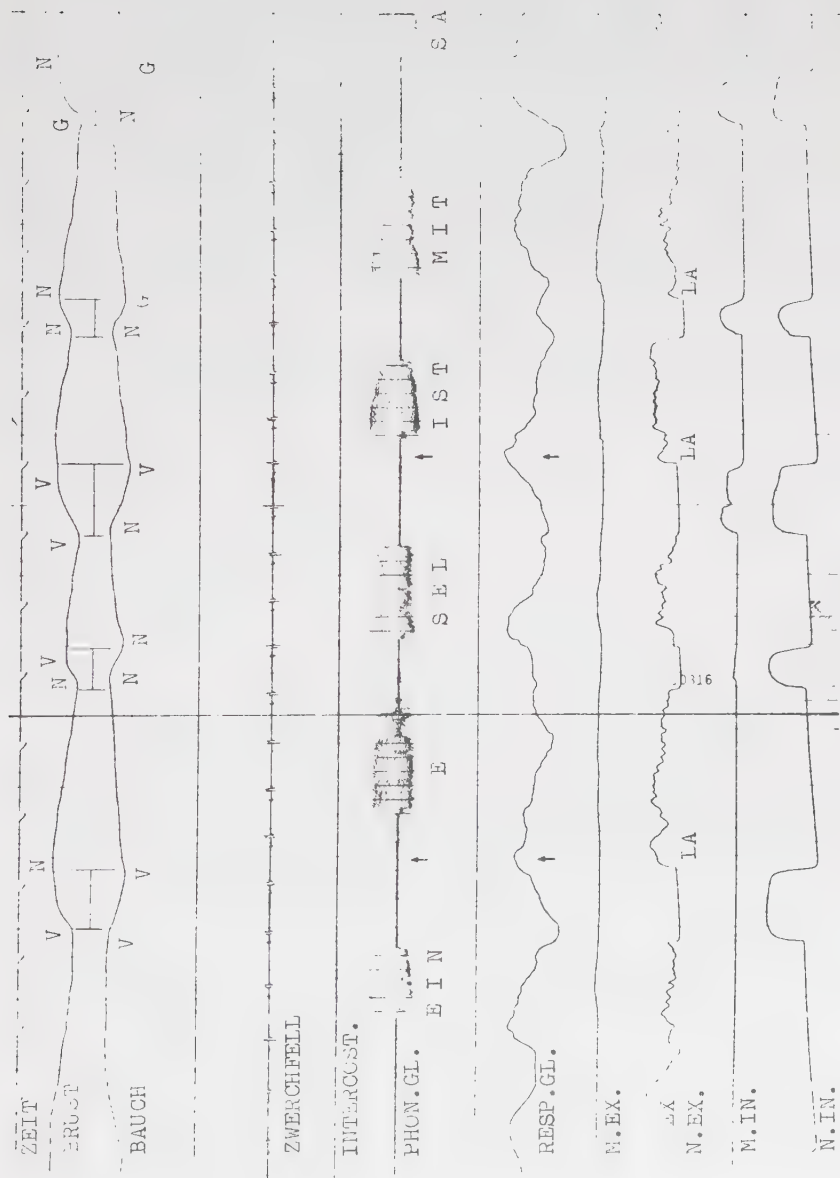
M. EX.
LA,

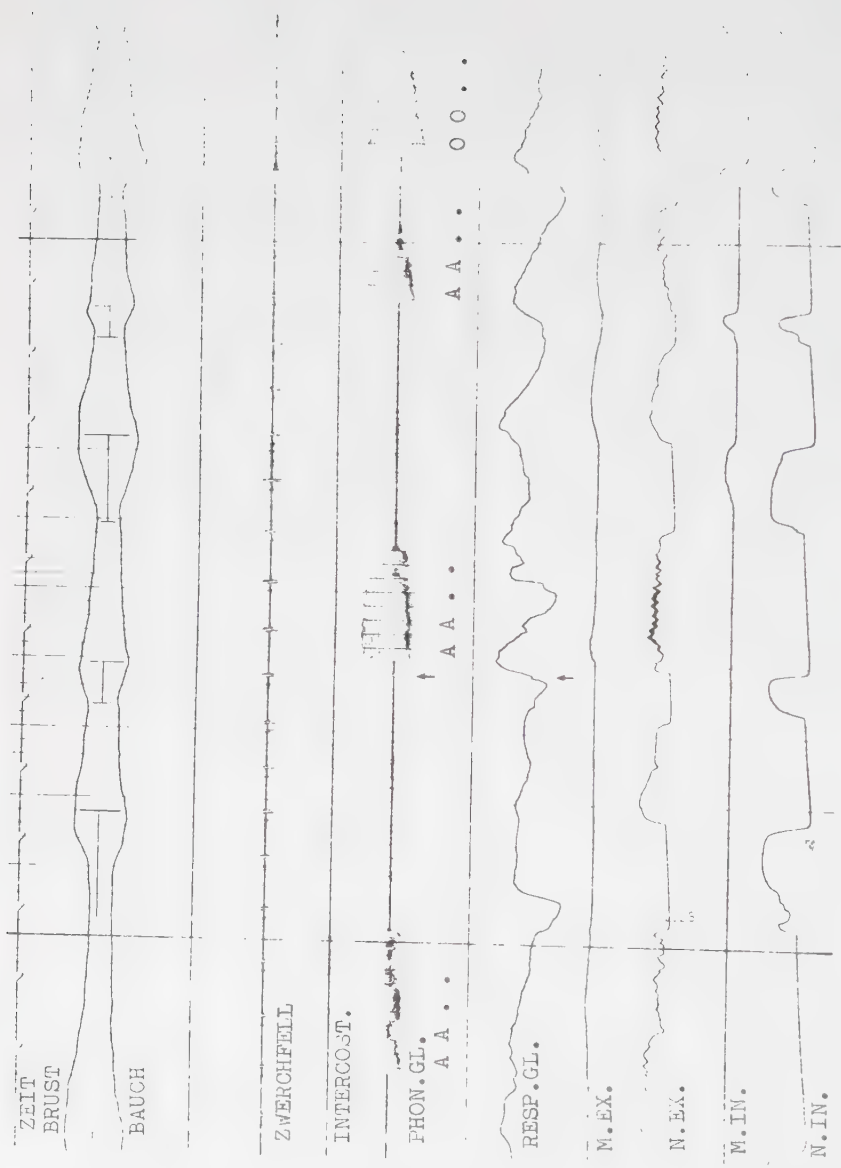
N. EX.

M. I. N.

N. I. N.







7. Literaturverzeichnis

Angelocci, A.A., Kopp, G.A., Holbroock, A.:

The Vowel Formants of Deaf and Normal-Hearing
Eleven-to Fourteen-years-old Boys.

J. Speech Dis. 29, 156 (1964).

Arnold, G.:

Die Sprache und ihre Störungen.

In: Handbuch der Stimm- und Sprachheilkunde.

3.Aufl. Springer-Verlag (Wien) (1970).

Bagger, H.J.:

Stimmuntersuchungen an Taubstummen.

Arch. Sprach-Stimmheilkunde, 1, 99 (1937).

Baglioni:

Hinweis bei Poilluci.

Balk, E.: Hinweis bei Luchsinger

Bárány, E.:

Über die Bedeutung der Knochenleitung für
das Hören von Luftschall.

Acta oto-laryng. (Stockh.) 22, 229-237 (1935).

Barczinski, Leo und Wisotzky, Winfried:

Stimmeinsätze in oszillographischer Darstellung.

Arch. néerl. Phonét. exper. 10, 110-120 (1934).

Barth, E.:

Einführung in die Physiologie, Pathologie und
Hygiene der menschlichen Stimme und Sprache.

Thieme-Verlag (Leipzig) (1911).

Beadle, K.R. and Crowell, D.H.:

Neonatal electrocardiographic responses to sound: methodology.

J. Speech Res. 5, 112-123 (1962).

v. Békésy, G.:

Über das Hören der eigenen Stimme.

Arch. Sprach- Stimmheilkunde 5, 117 (1941).

van den Berg, J.:

Direct and indirect determination of mean subglottic pressure.

Folia phoniatri. 8, 1-24 (1956).

- Modern research in experimental phoniatrics.

Folia phoniatri. 14, 81-149 (1962).

Bever, G.:

Geschichte der Taubstummheit und des Taubstummenwesens, Taubstummenfürsorge.

In: Handbuch der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.

Denker und Kahler, Band 8, 354-386 (1927).

Bezold, F.:

Das Hörvermögen der Taubstummen.

Z. Ohrenheilk. 32, (1897).

Biesalski, P.:

Fachärztliche Untersuchung hörgeschädigter Säuglinge und Kleinkinder.

In: Hörgeschädigte Kinder 1, 3 (1966).

- Gesichtspunkte und neu entwickelte Verfahren der Audiometrie im Säuglings- und Kindesalter.
Zeitschrift f. Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete (Stuttgart) Aug. (1964).

Brankel, O., Harms, H., Orthmann, W. und Rodewald, G.:
Vergleichende phoniatische, röntgenkymo-
graphische und ventilatorische Untersuchungen
an hörenden und gehörlosen Versuchspersonen
während der Ruhe und während des Sprechens.
Phonetica (Basel), 13, 162-176 (1965).

Brühl, G., und Nawratzki, E.:
Rachenmandel und Gehörorgan der Idioten.
Z. Ohrenheilk. 45, 105 (1903).

Brunner, H. und Frühwald, V.:
Studien über die Stimmwerkzeuge und die
Stimme von Taubstummen.
Zeitschr. f. Hals-Nasen- und Ohrenheilk. 1, 46 u. 469.

Buchthal, F.:
Einführung in die Elektromyographie.
Urban & Schwarzenberg (München, Berlin) (1958).

Canestrini, S.:
Über das Sinnesleben des Neugeborenen.
Monographien aus dem Gebiete der Neurologie
und Psychiatrie 5, Springer (Berlin) (1913).

Chladni, E.:
Über die Hervorbringung der menschlichen
Sprachlaute.
Gilberts Annalen, 187-216 (1824).

Curtis, H.S.:
Autonomic movements of the larynx.
Americ. Journal of Physiologie Vol. XI, 237
(1899/1900).

Denker und Kahler:
Handbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Springer (Berlin) (1925).

Denker, A.:

Die pathologische Anatomie der Taubstummheit.
In: Handbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.
Denker und Kahler, Band 8, 386-439 (1927).

Dittler, R.:

Über die Innervation des Zwerchfells als Beispiel einer tonischen Innervation.
Pflügers Arch. 130, 400 (1909).

- Über die Aktionsströme des Nervus phrenicus bei natürlicher Innervation.
Pflügers Arch. 131, 581 (1910).

Draper, M.H., Ladefoged, P. and Whitteridge, D.:

Respiratory muscles in speech.
J. Speech Res. 2, 16-27 (1959).

Dunker, E. und Schloßhauer, B.:

Klin. und experiment. Studien über Stimm lippen-schwingungen.
Arch. Ohrenheilk. 172, 363-380 (1958).

Dwornicka, B., Jasiensky, A. Smolarz, W. and Wawryk, R.:

An attempt of determination the reaction of a fetus to acoustic stimuli.
Otolaryng. pol. 17, 372-373 (1963).

Eschweiler,:

Z. Ohrenheilk. 42/44, 232/28 (1938).

v. Essen, O.:

Allgemeine und angewandte Phonetik.
Akademie-Verlag (Berlin) (1953).

- Die phonetische Dokumentation der Nasalität und des offenen Näsels.
Folia phoniat. 13, 269 (1961).

Faaborg-Andersen und Edfeldt, A.W.:

Electromyography of intrinsic and extrinsic
laryngeal muscles during silent speech:
correlation with reading activity.
Preliminary report. Acta Otolaryngol.
(Stockholm) 49, 478-482.

Fabre, Ph.:

Un procédé électronique percutané d'inscription
de l'accrolement glottique.
Bull. Acad. Nat. Méd. 66-69 (1957).

Fernau-Horn:

Die Sprechneurose.
(Stuttgart) (1969).

Früh, K.F.:

Kybernetik der Stimmgebung und des Stotterns.
(Winterthur) (1965)

Gerhard: Hinweis bei Kumpf.

Goldie, L. und Green, J.M.:

Changes in Mode of Respiration as an Indication
of Level of awareness.
Nature (London) 189, 581-582 (1961).

Greiner, G.F., Isch, F., Lafon, J.Cl.:

Elektromyographie und Mikrophoneffekte bei
Stimmlippenschwingungen.
HNO 7, 12 (1958/1959).

Gremy, F.:

Glottogrammstudien beim taubstummen Kind.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 80, 803-815 (1963).

Gutzmann, H.:

Physiologie der Stimme und Sprache.

(Braunschweig) (1928).

- Die Atembewegungen und ihre Beziehung zu den Sprachstörungen.
Monatsschrift f. d. ges. Sprachheilk. 17/18
(1907/1908).
- Des Kindes Sprache und Sprachfehler.
2.Aufl. (1931).
- Von den verschiedenen Formen des Näsels.
Sammlung zwangloser Abhandlungen aus dem Gebiete
der Nasen-, Ohren-, Mund- und Halskrankheiten. V (1901).
- Über die Sprache der Schwerhörigen und Ertaubten.
Deutsche Med. Wochenschr. 28, 323 (1902).

Hader, G.:

Ergebnisse zur Häufigkeit der partiellen akustischen Lautagnosie bei Kindern mit Stammelfehlern.
Diss. (München) (1968).

Hammerschlag, V.:

Ein neues Einteilungsprinzip für die verschiedenen Formen von Taubstummheit.
Arch. Ohr- usw. Heilk. 56.

Hansen, K.:

Objekt. Unters. der Atembewegung bei stotternden Schulkindern.
Vox. H.9, 25-29 (1927).

Heinritz, W.:

Ein Beitrag zur Eichungsmethode für die Untersuchungen der Atembewegungen.
Vox. 157 (1919).

Herzog: Hinweis bei Luchsinger.

Hoffmann, Clara:

Beitrag zur Frage des Asynchronismus zwischen
costaler und abdominaler Atmung bei der
Phonation. Vox. H.5 (1919).

Hülse und Edith:

Atemvolumenverbrauch bei den vier Stimmein-
sätzen. Phonet. Laborat. Univ. Hamburg
Monatsschr. Ohrenheilk. 69, 827-829 (1935).

Hülse, H.:

Über den Durchschnitts-Volumenverbrauch und
über die Beziehungen zwischen Ein- und Aus-
atemvolumen bei der Phonation.
Phonet. Laborat. Univ. Hamburg Vox. 22 H.4-6 (1936).

Hultkranz, W.:

Über die respiratorischen Bewegungen des mensch-
lichen Zwerchfells.
Phys. Inst. Upsala, Scand. Arch. f.
Physiologie, II, 70 (1891).

Husson, R.:

La voix chantée.
Gauthier-Villars (Paris) (1960).

- Die Stimmfunktion des menschlichen Kehlkopfes
in Abwesenheit jeglichen Luftstromes.
HNO 14, 24 (1966).

Imre:

Sprachstörungen bei Taubstummen.
Monatsschrift f. Ohrenheilk. 83, 375 (1949).

Itard: Von der angeborenen oder im zarten Kindesalter
eintretenden Taubheit oder Taubstummheit.
Die Krankheiten des Ohres und des Gehörs
(Weimar) (1822).

Jessler, F.:

Stimmbildung bei Gehörlosen?

Neue Bl. Taubstummensbildung 16, 251-254 (1962).

Johannsen, B., Wedenberg, E. and Westin, B.:

Measurement of tone response by the human foetus.

A preliminary report. Acta oto-laryng.

(Stockholm) 57, 188-192 (1964).

Kainz, F.:

Physiologie der Sprache.

Bd. III (Heidelberg).

Kamijo, Y.:

A study on audiometry to new-born infants.

J. oto-rhino-laryng. Soc. Jap. 64, 848-854 (1961).

Kaiser, E.:

Über die Bedeutung des Hörens zur Entwicklung
der Persönlichkeit.

Bl. f. Taubstummensbildung Nr. 6/7 (1962).

Kern, E.:

Die Sprechmotorik beim Beschulten TS.

Z. Kinderforschung 41, 503-541 (1933).

Kaschkat, :

Über Untersuchungen von Säuglingen und Klein-
kindern mit der Babyaudiometrie-Anlage.

Diss. (München) (1969).

Kottmeyer, G. und Heimann, G.:

Versuche der Objektivierung von Reizwahrnehmungen
an schlafenden Kindern.

Arch. klin. exp. Ohr.-, Nas.- und Kehlk.-Heilk.
186, 298-309 (1966).

Kumpf:

Objektive Hörschwellenbestimmung mit dem Atemgeräusch als Indikator.

"HNO", Wegweiser für die fachärztliche Praxis
1612 (1968).

- Veränderung des Atemgeräusches als Indikator für Hören. In: Aktuelle Oto-Rhino-Laryngologie, H.4, Thieme, (Stuttgart) (1970).

Kussmaul:

Störungen der Sprache (1877).

Lange:

Taubstummheit, Handb. path. Anat. d. menschl. Ohres. Manasse, 222.
J.F. Bergmann (Wiesbaden) (1917).

Langenbeck:

Das Symmetriegesetz der erblichen Taubheit.
Z. Hals- usw. Heilk. 39, 2 (1936).

Lapenna, Marino:

L'inspirazione in due tempi. Unamanovra per lo studio radiologico dei movimenti diaframmatici (Die Einatmung in zwei Absätzen).
Osp. civ. Belluno. Valsalvo 4, H.5, 221-232 (1928).

Lebrun:

Über die Aktivität der Brust- und Bauchmuskulatur während der Phonation.
Folia phoniat. 18, 354-368 (1966).

Lee, B.S.:

Effects of delayed speech feedback.
J. Acoust. Soc. Amer. 22, 824-826 (1950).

Lindner, G.:

Über den zeitlichen Verlauf der Sprechweise bei Gehörlosen.
Inst. f. Sonderschulwes. Humboldt-Univ., Berlin
Folia phoniat. 14, 67-76 (1962).

Lindner, R.:

Vererbte Sprechbewegungen bei Taubgeborenen.
Schriften der Dtsch. Gesellsch. f. Tier- und
Ursprachenforschung, Nr. 5

Loebell, E.:

Vergleichende experimentell-phonetische Untersuchungen der äußeren Atmung, der Phonation und Artikulation über die Einwirkung der verzögerten Sprachrückkopplung bei funktionellen und organischen Sprachstörungen.

Habil.-Schrift (München) (1966).

- Über den klinischen Wert der Elektroglossographie. Arch. f. Ohrenheilk. 191, 760 (1968).
- Neue Ergebnisse der Elektroglossographie. Int. HNO-Kongreß Mexico-City (1969), Excerpt. Med.
- Über Glossographie. Verh. Dtsch. Ges. Stimm-u. Sprachheilk. (Saarbrücken) (1966).
- Der Einfluß des Gehörs auf die Atmung, Stimme und Sprache aus experimenteller Sicht. Mündl. Mitteilung.
- Betreuung schwerhöriger Kinder. HNO 10, 7, 228 (1962).
- Fürsorge für das hör- und sprachgeschädigte Kind. In: Handbuch f. d. Kinderheilk. Opitz-Schmidt III, 584-609 (1967).

Loebell, H. und Wethlo, F.:

Fehlerquellen bei experimentell-phonetischen Untersuchungsmethoden.

III. Vers. Deutsch. Ges. Sprach-Stimmheilk. (Leipzig) (1931).

- Neuere Ergebnisse der Stimm- und Lautforschung. Zentralbl. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. 15, H.9, 433-465.

Lombard, E.:

Le signe de l'élévation de la voix. Ann. Mal.
Oreil. Laryngs 37, 101-119 (1911).

Luchsinger, R.:

Die Stimme und ihre Störungen.
In: Handbuch der Stimm- und Sprachheilk. 3.Aufl.
Springer-Verlag (Wien) (1970).

Ludwig:

Physiologie des Menschen. Bd. 2, 312 (1856).

Lullies: s. Ranke.

Madebrink, R.:

Verschlußdauer bei den Verschlußlauten der
Sprache Taubstummer.
Folia phoniat. 7, 44-45 (1955).

Mahler, K.F. und Wagner, H.:

Hörprüfmethoden beim Kleinkind.
Monatsschr. f. Ohrenheilk. und Laryngo-Rhinologie.
101, 512-518 (1967).

Marshall:

Aerometrische Untersuchungen über den velopa-
latinalen Abschluß beim Sprechen von Explosiv-
lauten mit dem Doppelaerometer nach Svend Smith.
Diss. (München) (1970).

Marx, H.:

Kurzes Handbuch der Ohrenheilk. 2.Aufl. (Jena) (1947).

Mc Clumpha, S.L.:

Cinefluorographic investigation of velopharyngeal
function in selected deaf speakers (Röntgenkinema-
tographische Untersuchungen der velopharyngealen
Funktion bei ausgesuchten gehörlosen Sprechern.)
Dept. Petiat. Univ. of Miami, Flo.
Folia phoniat. 21, 368-374 (1969).

Mendl:

Direkte und quantitative subglottische Druckmessungen während der Atmung und Stimmgebung bei Gesunden. Diss. (München) (1970).

Mentz, P.:

Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung. Philosophische Studien, hrsgg. von W. Wundt 11, (1895).

Merelli, G.:

Ricerche pneumatographische durante la Emissione della voce parlata e cantata.
Vox 46 (1922).

van Michl:

Morphologie de la coude glottographique dans certains troubles fonctionelles du larynx.
Folia phoniatic. 19, H.2, (1967).

Mitrowicz, A.:

De la Modification de la respiration chez les sourds-muets.
Rev. franc. phoniatic. 7 (1937).

Mosso, A.:

Über die gegenseitigen Beziehungen der Bauch- und Brustatmung.
Arch. f. Anatomie und Physiologie (Leipzig) 44, 441-468 (1878).

Nadoleczny, M.:

Kurzes Lehrbuch der Sprach- und Stimmheilk.
(Leipzig) (1926).

- Physiologie der Stimme und der Sprache. In: Handbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Denker und Kahler, Band 1, 621-680 (1925).

- Tic respiratoire.
Rev. franc. phoniat. 7 (1939).
- Über das "innere Singen".
Passow-Schaefers Beitr. 19, H.3/5, 105-146 (1923).
- Über Einstellbewegungen.
I. Internat. Kongreß f. experiment. Phonetik,
(Hamburg) (1914).

Neveling, R.:

Die akute Ertaubung.
Medizin. Schriftenreihe, Kölner Universitäts-
verlag GmbH (1967).

Orleon, G.:

Etudes experimentales des reaction motrices
a la musique.
Rev. de laryng. etc. 77, 800-815 (1956).

Panconcelli-Calzia:

Das Alte - Das Neue.
Johann Ambrosius Barth (Leipzig) (1956).

Partke: Hinweis bei Luchsinger.

Pawlow, I.P.:

Sämtliche Werke.
Bd. IV, Akademie-Verlag (Berlin) (1952).

Poilluci, E.:

Die Veränderungen der Atemmechanik bei Taub-
stummen in Beziehung zu den verschiedenen
Körperhaltungen.
Inst. di Fisiol. Umana, Univ. Roma.
Fisiol. e Med. 9, 235-254 (1938).

Ponzo, Mario:

Il respiro dopo la parola (Die Atmung nach dem Sprechen).

Arch. ital. di otol., rinol. e laringol.

Bd. 36, H.9, 549-554 (1925).

Pschyrembel:

Klinisches Wörterbuch.

185-250. Aufl. 94 (Berlin) (1969).

Ranke, O.F. und Lullies, H.:

Physiologie des Gehörs. Physiologie der Stimme und Sprache.

Springer (Berlin, Göttingen, Heidelberg) (1953).

Reichart:

Stotter Symptome und ihre objektive Darstellung, unter besonderer Beachtung des traumatischen Stotterns.

Diss. (München) (1966).

Rethi:

Der Luftverbrauch beim Singen. Jahresbericht der Österr. Ges. f. exp. Phonetik, 22, (1915).

Rhein-Schneider:

Physiologie des Menschen. Springer (1964).

Riegel:

Die Atembewegungen, eine physiol.-patholog. Studie. (Würzburg) (1873).

Rosenau, H.:

Die Schlafbeschallung. Eine Methode der Hörprüfung beim Kleinstkind.

Z. Laryng. Rhinolog. 41, 194-208 (1962).

Rossier, P.H., Nieporent, H.J., Piepberger, H. Kälin, R.:

Elektromyographische Untersuchungen der Atem-
muskelfunktion an normalen Versuchspersonen.
Univ. Poliklinik Zürich, 4.Sept. (1955).

Sabourand und Gremy:

Sur la possibilité de mouvements de cordes
vocales sans emission sonore. Extraits des
comptes Rendus des Séances de la Société de
Biologie, Paris. Seance du 14.juin 1948.

Scheier, M.:

Die Anwendung der Röntgenstrahlen für die
Physiologie der Stimme und Sprache.
Arch. f. Lar. Bd. VII.

Schilling, R.:

- Die Zwerchfellbewegungen beim Sprechen und Singen.
Dtsch. Med. Wochenschr. 46, 1551-1552 (1922).
- Über die Atembewegungen beim Sprechen und Singen.
Monatsschr. f. Ohrenheilk. 59, H.1-6 (1925).
 - Die Untersuchungsmethoden der Stimme und Sprache.
In: Handbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde,
Denker und Kahler, Band 1, 861-915 (1925).
 - Untersuchungen über das Stauprinzip.
Zeitschr. f. Hals-Nasen- u. Ohrenheilk. Bd. 1 (1922).

Scuri, Decio:

Respirazione e fonazione nei sordomuti.
(Atmung und Phonation bei den Taubstummen).
Atti. Clin. oto-ecc. iatr. Univ. Roma 32/33,
187-321 (1937).

Seeman, M.:

Sprachstörungen bei Kindern.
VEB Verlag Volk und Gesundheit (Berlin, Jena) (1965).

Sewall und Pollard:

On the relations of diaphragmatic and costal
respiration. Journal of Physiologie XI (1890).

Sokolowsky, R.:

Stimme und Sprache der Schwerhörigen, Ertaubten und Taubstummen.

In: Handbuch der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.

Denker und Kahler, Band 8, 477-488 (1927).

Siebenmann,:

Grundzüge der Anatomie und Pathogenese der Taubstummheit.

J.F. Bergmann (Wiesbaden) (1904).

Smith, Svend:

Remarks on the physiology of the vibrations of the vocal cords.

Folia phoniatic. 6, 166-178 (1954).

- Ein Mittel zur Bestimmung der Luftströmung durch die Nase.

Akt. Probleme Phoniatic. Logopädie. Vol. I, 81-87

Karger (Basel) (1960).

Stern, H.:

Grundzüge der Pathologie und Therapie der Sprachstörungen.

Med. Klinik Nr. 41 (1910).

Streurer:

Das Einteilungsprinzip der zur Taubstummheit führenden pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Z. Hals-Nasen-Ohren-Heilk. Bd. 1, H.1/2.

Stubbs, E.M.:

The effect of the factors of duration intensity and pitch of sound stimuli on the responses of newborn infants.

Univ. Iowa Stud. Child. Welfare 9, 77-135 (1934).

Travis und Edward:

Studies in stuttering. I. Dysintegration of the breathing movements during stuttering.

Arch. of neurol. a. psychiatry, Bd. 18, Nr.5, 673-690 (1927).

Trummelr:

Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung des Kehlkopfs durch das Gehör sowie mittels verzögerter Sprachrückkoppelung.
Diss. (München) (1971).

Uddströmer: Hinweis bei Mendl.

Wedenberg, E.:

Auditory Tests on New-born Infants.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 46, 446-461 (1956).

- Objektive auditory tests on non-cooperativ Children.
Int. Audiol. (Leiden) 2, 108 (1963).

Winkel, F.: Hinweis bei Luchsinger.

Wethlo, F.:

Zur Registrierung von Atembewegungen.
Die Stimme. Jg. 20, H.8, 175-177 (1926).

Herrn Professor Dr. Ernst Loebell möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen für die Überlassung des Themas dieser Arbeit, sowie für seine freundliche Unterstützung und Beratung während der Anfertigung dieser Dissertation.

Herrn Professor Dr. H. H. Naumann, Direktor der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten an der Universität München, danke ich für die Arbeitsmöglichkeiten in seiner Klinik.

Zum Schluß möchte ich es nicht versäumen, auch Fräulein S. Hanel sowie Frau H. Blankenburg für ihre freundliche Assistenz bei der Durchführung der Untersuchungen recht herzlich zu danken.

8. Lebenslauf

Familienname:	S c h m i d t
Vorname:	Ralf, Fritz
Geburtsdatum:	26.Oktober 1942
Geburtsort:	Dresden
Name des Vaters:	Fritz Schmidt
Name der Mutter:	Frida Schmidt, geb. Dittrich
Volksschule:	Grundschule in Dresden 1949 bis 1955
Höhere Schule:	Kinder- und Jugendsportschule Dresden 1955 bis 1961 Reifeprüfung 1961 Anerkennung der Reifeprüfung nach Vorstudienkurs in Erlangen 1962
Hochschule:	Medizinstudium in München 1962 bis 1969 Vorphysikum 1964 Physikum 1965 Staatsexamen 1969
Approbation:	1970
Facharztausbildung:	Seit 1971 Assistent am Institut für Anästhesiologie der Univer- sität München.

